



**Ana Carla Jerónimo
Alves**

**Abordagem CTSA de materiais magnéticos e suas
aplicações**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino da Física, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Manuel Almeida Valente, Professor Associado do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais.

O júri

presidente

Professora Doutora Isabel Maria Coelho de Oliveira Malaquias
Professora Associada da Universidade de Aveiro

vogais

Professor Doutor José Manuel da Costa Brochado Oliveira
Professor Associado da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Professor Doutor Manuel Almeida Valente
Professor Associado da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Quero agradecer à pessoa que me proporcionou a realização deste trabalho, Professor Doutor Manuel Almeida Valente, pelo aconselhamento, orientação e incentivo prestados no decorrer do mesmo.

Aos meus pais, agradeço o encorajamento, desde o primeiro momento, a seguir com este trabalho.

Ao Mestre Pedro Miguel Marques Pombo agradeço por me ter facultado, tão prontamente, alguns materiais de apoio ao Workshop.

Um obrigado ao Projecto Matemática Ensino pelo material que desenvolve.

Um obrigado especial ao meu companheiro Mário por todo o apoio, carinho e por aquela paciência extra que me ajudou a prosseguir e terminar este trabalho.

Agradeço, ainda, a todos aqueles que são verdadeiramente meus amigos.

Palavras-chave

Ensino das Ciências, abordagem CTSA, materiais magnéticos, recursos didáticos.

Resumo

Os materiais magnéticos e suas aplicações fazem parte do nosso dia-a-dia e desempenham um papel muito importante no desenvolvimento tecnológico da sociedade moderna.

O enorme crescimento científico/tecnológico provocou uma mudança na Sociedade, que contribuiu para que os programas escolares sofressem profundas alterações. Assim a ciência e a tecnologia, bem como as implicações que têm na sociedade, devem fazer parte de um ensino-aprendizagem para todos os alunos, pois cada vez mais os cidadãos são chamados a intervir e a tomar posições sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Este trabalho tem como objectivo principal a construção de recursos didáticos com orientações CTSA no âmbito do ensino do Magnetismo. Estes recursos podem ser utilizados por professores de Física no contexto das suas aulas ou podem servir como fonte de inspiração para a construção de novos recursos.

Tendo em conta que a Física é uma ciência de cariz experimental, alguns desses recursos foram construídos com base na experimentação, outros foram construídos com base nas novas tecnologias de comunicação e informação. Com base numa análise bibliográfica sobre o tema em estudo foram planeadas algumas actividades laboratoriais, apresentadas algumas simulações interactivas, alguns vídeos e uma plataforma de ensino assistido.

A plataforma de ensino assistido é desenvolvida pelo Projecto Matemática Ensino e é um instrumento de apoio ao ensino da Física e encontra-se apenas disponível na internet. Esta plataforma utiliza um software único que permite aferir e diagnosticar as lacunas e fragilidades que os alunos apresentam. Ao longo deste trabalho vamos apresentar como este projecto pode auxiliar o ensino do magnetismo.

Com o objectivo de validar os recursos didáticos planeou-se e realizou-se um Workshop onde todos os participantes tiveram oportunidade de testar e avaliar todos os recursos.

Keywords

Teaching of Science, CTSA approach, magnetic materials, teaching resources.

Abstract

The magnetic materials and their applications take part in our daily life, on the other hand, they also have a major seek in the technological development of our modern society.

The outstanding scientific/technological growths lead Society to a significant change, which has contributed deep alterations to the school programmes. In addition, science and technology, as well as their society implications, should take part in the learning-apprenticeship of every student, since more and more citizens are called to interfere and take a position over the social complications of science and technology.

The main aim of this work is the construction of didactic resources with CTSA orientations in the education ambit of Magnetism. These resources can be used by Physics teachers during their classes, or can constitute a motivation source for the built of new resources.

As Physics is a science with experimental aspect, some of those resources were built with investigational basis, others were constructed looking forward to the newest communication and information technologies. Furthermore, because of bibliographic analysis about the theme on study, a considerable number laboratory activities were planned, some interactive simulations were made up, a few videos and an assisted teaching platform.

The assisted teaching platform is developed by the Educational Maths Project, therefore it is a support instrument for the Physics learning, and it can only be found available in the Internet. This platform uses unique software which permits to check/identify mistakes and fragilities that students may present. All along this work, it is going to be presented how this project might help the magnetism teaching.

To sum up, with the intention of confirming the didactic resources, it was made a Workshop where each and every participant had the opportunity to test and evaluate the whole resources.

Índice

Resumo.....	V
Abstract.....	VI
Índice.....	VII
Índice de Figuras.....	IX
Índice de Tabelas	XII
Capítulo I – Introdução	1
1.1. Ensino das ciências.....	3
1.2. Ciência e educação em ciência	4
1.3. A Educação em Ciências e as orientações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente - CTSA	5
1.4. O ensino das Ciências e o trabalho prático.....	7
1.5. Desafios para o professor do século XXI	11
1.6. Motivação pelo tema: Abordagem CTSA de materiais magnéticos e suas aplicações	13
1.7. Objectivos do estudo	14
1.8. Plano do estudo.....	15
Capítulo II - Análise das orientações curriculares	17
2.1. Introdução	17
2.2. O actual programa da Física no ensino secundário	17
2.3. Concepção de recursos didácticos	21
Capítulo III – Concepção dos recursos didácticos.....	27
3.1. Apresentação dos recursos didácticos	27
3.1.1. Actividades laboratoriais	28
3.1.1.1. Actividade 1 - Materiais magnéticos e não magnéticos	31
3.1.1.2. Actividade 2 - Pólos do íman.....	32
3.1.1.3. Actividade 3 - Linhas de Campo Magnético	34
3.1.1.4. Actividade 4 - Íman artificial (electroíman)	38
3.1.1.5. Actividade 5 - Campo magnético terrestre	39

3.1.1.6. Actividade 6 - Experiência de Oersted	41
3.1.1.7. Actividade 7 - Correntes de Foucault	43
3.1.1.8. Actividade 8 - Força Magnética.....	48
3.1.1.9. Actividade 9 - Transmissão do som por indução magnética	58
Capítulo IV – Pmate no ensino da Física.....	63
4.1. Pmate	63
4.2. Modelos geradores de questões	67
4.3. Exemplo de um modelo.....	71
4.4. Modelos de Magnetismo	75
Capítulo V – Validação dos recursos didácticos	81
5.1. Introdução	81
5.2. Workshop	81
5.3. Avaliação dos recursos didácticos.....	86
5.4. Avaliação do Workshop	105
Capítulo VI – Conclusão	109
Referências bibliográficas	113
Anexos.....	117

Índice de Figuras

Figura 3.1. Montagem experimental da actividade 2.2	33
Figura 3.2. Montagem experimental da actividade 3.1	35
Figura 3.3. Linhas de campo magnético num solenóide percorrido por uma corrente eléctrica.....	36
Figura 3.4. Ilustração de um campo magnético criado por dois anéis percorridos por uma corrente eléctrica	37
Figura 3.5. Montagem experimental da actividade 5	40
Figura 3.6. Síntese das trajectórias do íman	40
Figura 3.7. Hans Cristian Oersted.....	41
Figura 3.8. Ilustração das linhas de campo magnético originadas por uma corrente eléctrica.....	42
Figura 3.9. Montagem experimental da actividade 7	44
Figura 3.10. Ilustração do simulador do laboratório de Faraday (a).....	46
Figura 3.11. Ilustração do simulador do laboratório de Faraday (b)	47
Figura 3.12. Ilustração da simulação da indução magnética utilizando um íman e uma bobina.....	47
Figura 3.13. Montagem experimental do motor simples.....	49
Figura 3.14. Ilustração esquemática do motor simples.....	49
Figura 3.15. Montagem experimental do baloiço electromagnético	51
Figura 3.16. (a) extremidades do fio da bobina (b) bobina	52
Figura 3.17. Montagem experimental do motor de espiras	52
Figura 3.18. Montagem experimental da actividade força entre fios	54
Figura 3.19. Visualização do efeito da força de Lorentz (a)	55
Figura 3.20. Visualização do efeito da força de Lorentz (b)	56
Figura 3.21. Visualização do efeito da força de Lorentz (c)	57

Figura 3.22. Altifalante.....	58
Figura 3.23. Montagem experimental da actividade transmissão do som por indução magnética (1)	59
Figura 3.24. Montagem experimental da actividade transmissão do som por indução magnética (2)	61
Figura 4.1. Página de entrada do sítio do Pmate.....	63
Figura 4.2. Concretização do modelo1656	68
Figura 4.3. Concretização do modelo1656	68
Figura 4.4. Domínio de parâmetros do modelo 1656	72
Figura 4.5. Texto do Modelo 1656	72
Figura 4.6. Texto introdutório do modelo 1656	73
Figura.4.7. Resposta 1 do Modelo 1656	73
Figura 4.8. Duas concretizações da resposta 1 do modelo 1656	74
Figura 4.9. Uma concretização do modelo 1579	76
Figura 4.10 Uma concretização do modelo 1579	76
Figura 4.11. Uma concretização do modelo 1660	77
Figura 4.12. Uma concretização do modelo 1660	78
Figura 5.1. Gráfico representativo das idades dos participantes	82
Figura 5.2. Gráfico representativo da formação académica dos participantes ...	83
Figura 5.3. Gráfico representativo da licenciatura dos participantes.....	83
Figura 5.4. Gráfico representativo da formação profissional dos participantes .	83
Figura 5.5. Gráfico representativo do tempo de serviço dos participantes.....	84
Figura 5.6. Gráfico representativo do nível de ensino que os participantes se encontram a leccionar	84
Figura 5.7. Gráfico representativo do grau de conhecimento do Ensino segundo uma perspectiva CTSA dos participantes.....	85
Figura 5.8. Gráfico de avaliação da actividade 1.....	88

Figura 5.9. Gráfico de avaliação da actividade 2.....	88
Figura 5.10. Gráfico de avaliação da actividade 3.....	89
Figura 5.11. Gráfico de avaliação da actividade 4.....	89
Figura 5.12. Gráfico de avaliação da actividade 5.....	90
Figura 5.13. Gráfico de avaliação da actividade 6.....	90
Figura 5.14. Gráfico de avaliação da actividade 7.....	91
Figura 5.15. Gráfico de avaliação da actividade 8.....	91
Figura 5.16. Gráfico de avaliação da actividade 9.....	92
Figura 5.17. Gráfico de avaliação dos recursos fornecidos pelo Pmate	93
Figura 5.18. Gráfico de avaliação do interesse do Workshop	105
Figura 5.19. Gráfico de avaliação do tempo de realização do Workshop	105
Figura 5.20. Gráfico que avalia se o Workshop proporcionou uma oportunidade para adquirir conhecimentos úteis para a actividade profissional	106
Figura 5.21. Gráfico que avalia a vontade de exercer as actividades realizadas nas aulas	106
Figura 5.22. Gráfico que avalia se os objectivos do Workshop foram atingidos.....	106
Figura 5.23. Gráfico que avalia o interesse dos assuntos abordados no Workshop para o ensino da Física no 11º e 12º ano de escolaridade.	107
Figura 5.24. Gráfico que avalia se o workshop deveria ter focado assuntos de outra natureza	107

Índice de Tabelas

Tabela 1.1. Descrição das fases do estudo.....	15
Tabela 3.1. Apresentação das actividades laboratoriais	30
Tabela 4.1. Identificação do modelo 1656.....	71
Tabela 4.2. Objectivos das respostas do modelo 1656	72
Tabela 5.1: Parâmetros da ficha de avaliação das Actividades	87
Tabela 5.2: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente às actividades 1, 2 e 3.....	95
Tabela 5.3: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 4	96
Tabela 5.4: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 5	97
Tabela 5.5: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 6	98
Tabela 5.6: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 7	99
Tabela 5.7: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 8	100
Tabela 5.8: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 9	101
Tabela 5.9: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente ao Pmate	103

Capítulo I – Introdução

O magnetismo é um dos fenómenos mais fascinantes da ciência e cativou desde sempre o ser humano. Além disso, é uma das áreas da Física que mais tem contribuído para o desenvolvimento tecnológico da sociedade moderna, o que por si só justifica a necessidade de incluir o magnetismo no ensino. Daí surgir toda uma motivação e interesse que nos projectam ao estudo e análise do ensino do magnetismo no ensino secundário, assim como a sua intervenção em fenómenos quotidianos, usualmente considerados independentes da ciência.

O objectivo principal desta dissertação é promover o ensino do magnetismo, de acordo com uma perspectiva que privilegie as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Isto tudo sem perder de vista que a Física é uma Ciência de cariz experimental.

Neste trabalho são apresentados alguns recursos didácticos que o professor pode utilizar de forma a diversificar as suas estratégias no âmbito do processo de ensino e aprendizagem. Os recursos apresentados pretendem ser multifacetados para assim se poderem adequar aos diferentes alunos. Foram planeadas algumas actividades laboratoriais, apresentadas algumas simulações interactivas, alguns vídeos e uma plataforma de ensino assistido.

As actividades laboratoriais planeadas utilizam material simples do dia-a-dia, de fácil acesso e de baixo custo e pretendem promover uma aprendizagem mais significativa do magnetismo. A realização destas actividades pretendem vir a ser uma fonte de ilustração, motivação e discussão relativamente a fenómenos magnéticos.

As simulações interactivas e os vídeos são recursos pedagógicos que podem aumentar a atractividade das aulas estimulando a aprendizagem dos alunos. Com elas é possível criar ambientes em que os alunos aprendem fazendo, em vez de aprender simplesmente ouvindo. Por conseguinte, a compreensão e o aproveitamento escolar poderão melhorar significativamente.

As simulações e os vídeos surgem neste trabalho como complemento a algumas actividades laboratoriais pois estas não devem ser usadas para o substituir. Devem antes servir onde, por uma razão ou outra, o trabalho laboratorial não consegue ser um recurso útil.

A plataforma de ensino assistido apresentada está a ser desenvolvida pela Universidade de Aveiro desde 1990, pelo projecto Pmate, e surgiu a pensar numa solução para combater o insucesso na área da matemática. Esta plataforma utiliza um software único, a nível nacional e, tanto quanto se sabe, em toda a Europa, que permite aferir o conhecimento e diagnosticar as lacunas e fragilidades que os alunos apresentam.

Actualmente o projecto alargou o seu campo de acção para diversas áreas do Saber: Matemática, Física, Biologia e Português. Neste trabalho vamos apresentar como este projecto pode auxiliar o ensino do magnetismo.

Hoje em dia é essencial a utilização das novas tecnologias no ensino mas, estas não vão conseguir substituir um professor, e este não actuará como dispensa de conhecimento especializado, mas as suas funções podem e têm que ser diversificadas e enriquecidas.

É com base na importância da educação em Ciências e na necessidade de uma variedade de recursos didácticos que surgiu a ideia orientadora deste trabalho.

Dada a importância da educação em Ciências neste primeiro capítulo começamos por fazer uma breve referência ao Ensino das Ciências (secção 1.1). Em seguida, vamos então tentar averiguar quais os “caminhos “ actuais da Educação em Ciência, fazendo referência aos seguintes aspectos: Ciência e educação em Ciência (secção 1.2) e a educação em Ciências e as orientações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (secção 1.3). Uma vez que a Física é uma ciência de cariz experimental não podíamos deixar de fazer referência ao ensino das Ciências e o trabalho prático (secção 1.4).

Neste capítulo abordamos ainda quais os desafios para o professor do século XXI (secção 1.5) pois não nos podemos esquecer que vivemos num mundo que está a ser rapidamente moldado pelas novas tecnologias de informação e comunicação.

Para finalizar este capítulo apresentamos a motivação pelo tema (secção 1.6), os objectivos do estudo (secção 1.7) e o plano do estudo (secção 1.8).

1.1. Ensino das ciências

O objectivo do ensino das ciências é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo de Ciência e da Tecnologia, formando assim cidadãos intervenientes e responsáveis na sociedade que integram.

Como estamos perante um mundo em constante mudança onde a ciência é um instrumento indispensável para o compreender e construir, torna-se necessário que a educação em Ciência nas nossas escolas vá de encontro às necessidades e interesses dos nossos alunos.

No entanto como refere Cruz (1988) em face do crescente desenvolvimento social e tecnológico, a escola não tem possibilidade de ensinar tudo o que se torna necessário para a vida adulta. É necessário que a escola desenvolva, nos seus alunos, a capacidade de adaptação e de formação autodidacta, promovendo no processo ensino/aprendizagem, o desenvolvimento de todas as capacidades fundamentais à formação global da pessoa no aspecto cognitivo.

1.2. Ciência e educação em ciência

A palavra Ciência indica genericamente conhecimento (do latim *scire*=conhecer). Não obstante, desde sempre, o seu sentido situou-se para além do conhecimento do senso comum, do conhecimento vulgar. Hoje o conhecimento científico tende a ser genericamente entendido como um modo particular do conhecimento e que, tal como outros, está sujeito a constrangimentos que o tornam adequado a certas tarefas cognitivas e não a outras. Tradicionalmente, manifesta-se pela aptidão construtiva para organizar o saber – transforma a informação em conhecimento e estrutura o conhecimento em teorias (Santos, 1999).

A educação em Ciência (nos ensinos básico e secundário) visa muito mais do que a formação de recursos humanos (de futuros especialistas) numa área do saber. Não é pois uma lógica de Educação em Ciência que se esgota na instrução. Trata-se sobretudo de ter em conta a educação do cidadão cientificamente culto, e ainda o desenvolvimento pessoal de quem aprende, a sua inserção e participação esclarecida, responsável e com sucesso em sociedades tecnologicamente evoluídas que se querem abertas e democráticas (Cachapuz *et al*, 2002).

Segundo Cachapuz *et al*, (2002) torna-se então necessária uma adequada Educação em Ciência em toda a sua pertinência no âmbito da educação formal, não formal e mesmo informal e para isso deve procurar-se, para cada nível de ensino, o máximo divisor comum das vertentes frequentemente escondidas debaixo da designação de Educação em Ciência, a saber, Educação para, sobre e através da Ciência.

Assim sendo é necessário abandonar a visão tradicional do conhecimento como algo estável e seguro por algo que tem de se adaptar constantemente a diferentes contextos, cuja natureza é incerta e dotada de complexidade.

Para tentar situar a complexidade da Educação em Ciência, Cachapuz *et al*, (2002) evidencia a interação sistemática de três contextos: o contexto sócio/político/económico, o contexto científico/tecnológico e o contexto educação/formação. E dá como exemplo desta interacção sistemática o de que “...*não concebemos uma educação em Ciência, de qualidade, acessível a todos os cidadãos e numa perspectiva de aprendizagem ao longo da vida, fora de um contexto democrático que por sua vez potencia o desenvolvimento científico/tecnológico que é por ele potencializado.*” (p.22)

1.3. A Educação em Ciências e as orientações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente - CTSA

No contexto da Educação e do Ensino das Ciências, Lederman (Prémio Nobel da Física de 1988), entrevistado por Fiolhais e Pessoa, na Gazeta de Física (2000, pág. 21) afirma que *“o objectivo da Escola é formar as crianças para que possam orientar-se no novo mundo no qual emergem. O problema é que esse mundo é diferente do mundo dos seus professores e é diferente do mundo dos seus pais. (...) as escolas não preparam as pessoas para a vida que estas querem viver. Elas preparam as pessoas para outras vidas.”*

Segundo este cientista, é necessário casar a educação com a ciência e investir na formação dos professores e educadores numa perspectiva de intervenção prática e experimental.

Torna-se então necessário apostar em metodologias inovadoras que valorizem o ensino e a aprendizagem em ciências, reforçando a componente experimental e as interligações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e Ambiente.

O ensino CTS tem apresentado uma grande diversidade nas perspectivas, enfoques, inter-relações, contextos, temas, orientações e movimento, que não têm ajudado a consolidação das suas ideias principais.

Para Santos (1999) a concepção CTS de ensino das Ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias centrados em conteúdos canónicos. Um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica, e como meta ensinar a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de facto aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica. Ao contrário de isolar, procura estabelecer interligações entre as ciências naturais e os campos sociais, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo.

A concepção CTS de ensino exige que os currículos e programas devam contemplar também outras dimensões do conhecimento científico para além da dimensão conceptual, adaptadas ao nível etário em questão, tais como aspectos da natureza da Ciência, da relação ciência/sociedade, ciência/tecnologia tecnologia/sociedade e ciência/tecnologia/sociedade. Foi acrescentado o agregado A de Ambiente para chamar á atenção sobre os graves problemas de degradação do meio que afectam a totalidade do planeta, ficando assim CTSA.

Foram realizadas experiências de ensino CTSA em vários países e mostraram ser uma aposta com futuro e uma via promissora em termos de motivação dos alunos, uma melhor preparação destes para poderem dar uma resposta mais adequada aos problemas científicos-tecnológicos do mundo contemporâneo e ainda de desenvolvimento de formas de pensamento mais elaboradas. Segundo Cachapuz *et al*, (2002):

- *“Num ensino CTSA, valorizar contextos reais dos alunos, a aprendizagem dos conceitos e dos processos decorre de situações-problema cujas soluções se procurem alcançar. Nesta perspectiva a aprendizagem dos conceitos e dos processos surge como uma necessidade sentida pelos alunos para encontrar respostas adequadas a tais situações. Neste processo, a construção de conceitos desenvolve a criatividade e atitudes de interesse, e portanto de motivação dos alunos para com a aprendizagem das ciências e até para com a própria Ciência.*
- *O ensino CTSA ultrapassa uma lógica estritamente disciplinar uma vez que a diversidade de dimensões a explorar, genericamente contida nos problemas, assim o exige. Daqui que, num determinado momento se possa privilegiar uma determinada vertente, enquanto que noutros acontecerá de forma diferente. Ou seja, cada vez mais os problemas reais necessitam da intervenção de domínios variados e complementares. São escassos aqueles em que uma visão meramente disciplinar basta como forma de os interpretar e resolver. Daqui resulta uma compreensão mais alargada dos problemas.*
- *Num ensino CTSA as situações-problema não são já a chamada “resolução clássica de problemas”, nem simplificações da realidade, em que as variáveis são isoladas umas das outras para aquela ser melhor compreendida (Millar, 1996). É um ensino-aprendizagem que estuda problemas mais relevantes para o aluno e, por isso, com maiores possibilidades dos saberes construídos serem transferíveis e mobilizáveis para o seu quotidiano.” (p.175)*

Perante estes argumentos torna-se necessárias experiências concretas e inovadoras de ensino, valorizando as contribuições do movimento CTSA. Sendo o professor o responsável por explorar e decidir quais as abordagens mais apropriadas tendo em conta os alunos a que se destinam e a gestão dos currículos.

Mas o ensino CTSA tem vindo a concretizar-se de forma muito controversa pois as finalidades, métodos e o próprio conteúdo desta educação são muito diversificados, tornando as práticas particularmente difíceis. Mesmo assim esta orientação tem tido uma importância crescente no ensino das ciências, sobretudo a nível básico, constituindo hoje um sentido bem definido da actual concepção do ensino das ciências (Santos, 1999).

1.4. O ensino das Ciências e o trabalho prático

O significado dos termos “trabalho prático”, “trabalho laboratorial” e “trabalho experimental” têm apresentado algumas dificuldades nos professores de ciência, não sendo de estranhar que isso aconteça pois até *Woolnough (1991)*, citado por *Leite (2001)*, no primeiro capítulo do livro “Practical science”, associou o termo “prático” a “laboratorial”, ao afirmar que por “practical science” se entende o “fazer experiências e exercícios práticos com equipamentos científicos, geralmente num laboratório.” (p. 3)

Laurinda Leite (2001) no artigo “Contributos para uma utilização mais fundamentada do Trabalho Laboratorial no ensino das Ciências” tenta esclarece o significado de Trabalho Prático, diferenciando-o em quatro tipos.

Segundo Leite (2001):

- O **Trabalho prático** é o conceito mais geral e inclui todas as actividades que exigem que o aluno esteja activamente envolvido tanto a nível psicomotor, cognitivo ou afectivo. O trabalho prático pode incluir actividades laboratoriais, trabalhos de campo, actividades de resolução de exercícios ou de problemas de papel e lápis, utilização de um programa informático de simulação, pesquisa de informação na *internet*, etc.

- O **Trabalho laboratorial** inclui actividades que envolvem a utilização de materiais de laboratório. Apesar de estes materiais também poderem ser usados nas actividades de campo, estas actividades realizam-se num laboratório ou, à falta deste (e desde que não haja problemas de segurança), numa sala normal.
- O **Trabalho de campo** realiza actividades ao ar livre, no local onde os fenómenos acontecem ou os materiais existem.
- O **Trabalho experimental** inclui actividades que envolvem controlo e manipulação de variáveis e que podem ser laboratoriais, de campo ou outro tipo de actividades práticas.

Um estudo realizado por Cachapuz et al. (1989), concluiu que apesar do Trabalho Laboratorial ser utilizado com alguma frequência no ensino das Ciências, este apresentava muito mais características de demonstrações realizadas pelos professores do que de trabalho de investigação centrado no aluno. O resultado deste estudo levou os autores a defenderem que o trabalho do tipo demonstrativo, da simples ilustração, fosse substituído incrementando-se o trabalho do tipo investigativo que apresenta um maior grau de abertura.

Leite (2001) defende que nem toda actividade laboratorial pode ser apelidada de “investigação”, apenas algumas se apresentam como problemas que o aluno tem que resolver recorrendo ao laboratório, com um grau de liberdade similar ao da investigação.

Em relação ao trabalho demonstrativo, efectuado pelo professor e observável pelos alunos, é importante salientar que este ainda pode (e deve) ser utilizado pelos professores, nomeadamente quando as situações assim o exigirem como, por exemplo, experiências complexas, excessivamente dispendiosas, perigosas ou que consumam muito tempo ou mesmo pela inexistência de materiais suficientes para todos os alunos. Leite (2001) acrescenta, no entanto, que, mesmo numa actividade demonstrativa, o professor pode envolver activamente os seus alunos, desde que lhes dê oportunidade antes, durante e depois da actividade (utilizando, por exemplo, a estratégia Prevê-Observa-Explica-Reflecte) para participarem, nomeadamente na previsão dos resultados, nas explicações e discussão das explicações dos colegas e, até mesmo, permitindo que alguns alunos manuseiem, se possível, os materiais.

Leite (2001) propõe algumas razões a favor da utilização do Trabalho Laboratorial (experimental ou não experimental) no Ensino das Ciências.

- Domínio cognitivo (reforça a aprendizagem de conhecimento conceptual);
- Domínio afectivo (ao motivar os alunos);
- Domínio associado a capacidades/habilidades que propiciam ensinar procedimentos laboratoriais e metodologia científica, além de desenvolver atitudes científicas.

Actualmente continua a haver grande insatisfação com a quantidade e a qualidade do trabalho laboratorial realizado e/ou que se pode realizar nas escolas. Ele continua a ter um baixo grau de abertura, a servir, essencialmente, para confirmar conteúdos previamente leccionados e a exigir pouco envolvimento da parte dos alunos. No entanto, os manuais escolares continuam a incluir actividades laboratoriais e os professores continuam a sentir-se culpados se não usarem trabalho laboratorial nas suas aulas de ciências (leite 2001).

Segundo Gunstone (1991) citado por Leite (2001): *“para que o trabalho prático tenha algum efeito sério na reconstrução das ideias dos alunos e no relacionamento de conceitos, os alunos precisam de passar mais tempo a interagir com ideias e menos tempo a interagir com apparatus”*. Assim, a qualidade do Trabalho Laboratorial é mais importante do que a quantidade, mas essa qualidade, implica:

- uma utilização de actividades diversificadas e estruturadas de acordo com o objectivos a atingir;
- uma avaliação da consecução desses mesmo objectivos com recurso a técnicas de avaliação devidamente seleccionadas (Leite, 2001).

Hodson reflectiu acerca desta problemática da utilização do Trabalho Laboratorial no ensino das Ciências e propôs a combinação de exercícios práticos com o estudo de casos sobre História da Ciência e com inquéritos dirigidos aos próprios alunos (Hodson, 1998a citado em Silva 1999). Woolnough (1997) citado em Silva (1999) apoia a inclusão de demonstrações, de pequenas experiências (para os alunos terem oportunidade de sentir os fenómenos básicos em estudo) e do recurso a projectos investigativos. Hodson e Hodson (1998), citados ainda pela mesma autora, consideram

importante a discussão prévia do procedimento experimental com os alunos, assim como das técnicas a utilizar, da forma do eventual registo de dados e das dificuldades que poderão surgir, estando subjacente a todo este processo um constante diálogo construtivo. Segundo estes autores, desta forma, os alunos recorrem às competências que vão adquirindo, de forma criativa e integrada, na resolução de novos problemas e na construção de novos conhecimentos.

Para finalizar, segundo Marques *et al.* (2002) *citado em Cruz (2005)*, o Trabalho prático tem um grande potencial na promoção de competências relevantes no contexto da sociedade do conhecimento (Wellington, 1998). Sendo hoje em dia objecto de particular atenção por parte dos decisores políticos (Veríssimo *et al.*, 2001), dos professores (Marques, 2001; Conceição, 2002) e dos investigadores (Praia e Marques, 1997; Leite, 2001; Praia, Cachapuz e Gil Perez, 2002).

Não devemos, por isso, usá-lo nem por tradição nem por obrigação, mas como forma de melhorar verdadeiramente a qualidade de aprendizagem dos alunos (Leite, 2001).

1.5. Desafios para o professor do século XXI

Vivemos num mundo que está sempre a ser alterado, por isso temos que estar em constantes adaptações. Os professores têm uma importante função no processo de adaptação, estes têm que ter em atenção aspectos sociológicos, científicos, políticos, económicos, técnicos...

A nossa sociedade tem sofrido grandes alterações que afectam as nossas instituições de ensino. Segundo Esteves (2000) o sistema de uma educação desenhado para a elite foi massificado o que fez com que o número de alunos e professores aumentassem trazendo assim problemas relacionados com a qualidade. Como adquirir bons resultados na educação nestas circunstâncias é um desafio social que necessita muita criatividade e determinação dos professores. Esteves refere ainda que hoje em dia é mais difícil ensinar que à 20 anos atrás.

Vivemos numa sociedade multicultural, diversificada e bastante complexa. Dada esta sociedade coloca-se então a questão: Como se pode construir uma pedagogia multicultural e criativa em que não se reproduzam padrões, estereotipais e exclusões?

Para Esteves (2000) os professores não estão preparados para os novos desafios do ensino.

Cox e Heames (1999) *citado por Esteves (2000)*, defendem que actualmente uma das habilidades mais importantes do professor é controlar a pressão de ensinar, e argumentam que os professores deveriam ter formação em situações de conflito na sala de aula.

Na nossa sociedade os pais dos nossos alunos não tem muito tempo para estar com os seus filhos, então são os professores que tem que formar os seus alunos partilhando com eles uma educação social, moral e cívica. Segundo Stotsky (1999) *citado por Esteves (2000)* o ensino das relações humanas e de valores morais realizado pelos pais está agora ao cargo da escola (professores) provocando assim mais distúrbios emocionais nas escolas e comportamentos anti-sociais.

Para Bindé (2002) um dos dois maiores desafios do século XXI será o uso de novas tecnologias de comunicações e informação (TIC).

A tecnologia tem vindo a ser introduzida nas escolas de forma conservadora o que apenas reforça o paradigma educacional tradicional, centrado na transmissão de informações disciplinares através do ensino do professor. Isto acontece pois alguns professores ainda oferecem uma certa resistência às inovações, embora muitas escolas

afirmem que estão a utilizar a tecnologia inserida nas disciplinas. Em alguns casos consideram que inovar é utilizar um projector de multimédia com slides de PowerPoint em vez do quadro negro, ou quando usam textos em Cd-ROMs para substituir livros impressos, e ainda quando são recomendadas pesquisas na Internet em vez de na biblioteca.

Segundo Bindé (2002) devem incorporar-se as novas tecnologias no processo de aprendizagem. No entanto deve manter-se a forma de interacção entre indivíduos, Bindé refere ainda que essa relação pode expandir-se e diversificar-se com novas tecnologias.

As TIC podem abrir novas perspectivas para o ensino e aprendizagem das Ciências e, em particular, da Física. Os diversos modos de utilização das TIC (aquisição de dados por computador, modelização e simulação, multimédia, realidade virtual, internet) permitiram a diversificação de estratégias no ensino; assim, professor e alunos dispõem, agora, de novas possibilidades no processo de ensino e aprendizagem.

Não podemos deixar de referir que a tecnologia por si só não basta, cabendo aos professores um papel essencial na forma de rendibilização desses meios pedagógicos e aos alunos um esforço efectivo no processo de aprendizagem.

1.6. Motivação pelo tema: Abordagem CTSA de materiais magnéticos e suas aplicações

Desde sempre os fenómenos magnéticos despertaram a curiosidade do homem. A primeira utilização prática do magnetismo pensa-se que terá sido explorada pelos Chineses nos finais do século XI, inventando a agulha magnética.

Os fenómenos magnéticos ganharam uma dimensão muito maior alguns séculos mais tarde, com a descoberta de sua relação com a electricidade através dos trabalhos do dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851). No final do século XIX, diversos fenómenos já eram compreendidos e tinham inúmeras aplicações tecnológicas, como por exemplo, o motor e o gerador eléctrico.

Pode-se dizer, sem receio que hoje em dia é impensável conceber uma sociedade moderna sem a presença deste fenómeno que é o magnetismo. Este fenómeno está presente em grande parte dos equipamentos que fazem parte do nosso dia-a-dia, tais como computadores, televisores, motores e até mesmo campainhas. Portanto, a compreensão do magnetismo tem fundamental importância para o entendimento do mundo quotidiano, consequentemente, para o que se chama de uma educação para a cidadania. Foi com base na importância de uma educação em ciências de qualidade que surgiu o tema Abordagem CTSA de materiais magnéticos e suas aplicações.

Pelo que já foi dito nas secções 1.1 e 1.2 relembramos então a importância de uma educação em Ciência, de qualidade e para todos, que vá além dos saberes estruturantes. Esta educação é fundamental para formar uma população que possua uma visão racional do mundo e uma predisposição para pensar criticamente pois só assim se consegue desenvolver uma sociedade democrática onde as pessoas devem ser capazes de colocar questões fundamentais, procurar razões sobre porque é que as coisas acontecem e estarem preparadas para a mudança quando necessária.

1.7. Objectivos do estudo

O objectivo do ensino das ciências é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na sociedade e ambiente e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo de Ciência e da Tecnologia.

Fenómenos eléctricos e magnéticos estão presentes em grande parte dos equipamentos que fazem parte do nosso dia-a-dia. Portanto, a compreensão do electromagnetismo é fundamental para o entendimento do mundo que nos rodeia.

Pesquisas efectuadas por Dias, Magalhães e Santos (2002), mostram que muitos alunos do Ensino Superior ainda apresentam dificuldades em lidar com os conceitos de campo eléctrico e campo magnético, devido a abstracção neles envolvida, esses conceitos, embora presentes no dia-a-dia, estão fora do nosso domínio concreto.

Ao longo dos últimos anos tem sido consensual a ideia de que há uma disparidade crescente entre a educação em ciências nas nossas escolas e os interesses dos alunos. É uma verdade irrefutável que a maioria dos alunos considera a Física difícil e que está muito desligada do dia-a-dia. Mas por outro lado, esses mesmos alunos sentem-se cada vez mais atraídos pela tecnologia, devemos então utilizar essa mesma tecnologia para ensinar Física e despertar a curiosidade dos alunos. E será essa curiosidade que os levará a explorar, interrogar, testar ideias, verificar resultados, compreender o funcionamento do mundo que nos rodeia. Por isso, defendo um ensino que contemple a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na sociedade e no ambiente.

Pelo que foi dito anteriormente, pela análise bibliográfica efectuada e pela minha experiência julgo que o ensino do electromagnetismo requer a nossa atenção. Este trabalho tem como objectivo conceber alguns recursos didácticos que privilegiem uma abordagem CTSA para o ensino secundário, no âmbito do ensino do magnetismo. Para verificar a pertinência dos recursos didácticos (sob o ponto de vista da adequação das actividades aos níveis etários, aos programas, entre outros) pretende-se que estes sejam testados como o objectivo de verificar a sua validade.

1.8. Plano do estudo

Como já foi referido anteriormente neste trabalho pretendemos conceber alguns recursos didácticos que privilegiem uma abordagem CTSA para o estudo de materiais magnéticos e das suas aplicações, no ensino secundário.

Este estudo, de um modo geral, envolveu quatro fases: reflexão, planificação, validação e avaliação.

<i>Fase do estudo</i>	<i>Descrição</i>
Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão sobre a sociedade e o mundo actual em que vivemos, com base em diversas leituras e experiência pessoal para a concepção de recursos didácticos que privilegiem uma abordagem CTSA. • Pesquisa de literatura sobre o tema: materiais magnéticos e suas aplicações. • Análise dos programas da disciplina de Física e Química A do 11º ano de escolaridade e Física de 12º ano de escolaridade. • Reflexão sobre os materiais a construir.
Planificação	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos objectivos específicos de cada actividade. • Elaboração dos recursos didácticos contemplando estratégias com orientações CTSA.
Validação	<ul style="list-style-type: none"> • Definição da amostra de professores que irá validar os recursos didácticos elaborados. • Avaliação dos recursos concebidos, mediante critérios de avaliação previamente definidos, durante a realização de um workshop realizado com um conjunto de professores do ensino secundário de Física e Química. • Recolha das opiniões dos professores sobre os recursos didácticos em análise.
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das opiniões dos professores sobre os recursos didácticos. • Reflexão sobre o uso dos recursos apresentados para o ensino da Física.

Tabela 1.1. Descrição das fases do estudo

No segundo capítulo faz-se uma reflexão sobre as orientações curriculares, analisam-se os actuais programas e manuais do Ensino Secundário para se poder proceder à concepção de recursos didácticos, segundo uma abordagem CTSA, com o objectivo de introduzir o estudo dos materiais magnéticos.

No terceiro capítulo são descritos alguns trabalhos laboratoriais, simulações interactivas e vídeos para o ensino do magnetismo no ensino secundário, no quarto capítulo é apresentada uma plataforma de ensino assistido por computador que pretende auxiliar o ensino da Física.

Prossegue-se para o quinto capítulo onde se apresenta a validação dos recursos didácticos realizada através de um workshop. Neste processo apresentam-se as opiniões dos professores intervenientes com o objectivo de avaliar os recursos didácticos. Recorreu-se a um Workshop pois no ano lectivo da dissertação a professora/investigadora não se encontrava a leccionar ao nível secundário.

Para finalizar, no último e sexto capítulo, avaliam-se os recursos didácticos no que respeita a sua adequação e pertinência e algumas sugestões para futuras investigações.

Capítulo II - Análise das orientações curriculares

2.1. Introdução

Neste capítulo procede-se à apresentação dos resultados provenientes de uma reflexão após uma revisão bibliográfica sobre o tema em estudo. Foi essa reflexão que levou à concepção de recursos didáticos que têm por base uma orientação CTSA apresentados no capítulo III e IV.

As actividades, que fazem parte dos recursos didáticos, foram concebidas após a análise das orientações curriculares para o ensino secundário, nomeadamente o 11º e 12º anos de escolaridade.

2.2. O actual programa da Física no ensino secundário

A disciplina de Física e Química A é uma das três disciplinas do tronco comum da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário. A disciplina de Física é uma disciplina opcional do 12º ano e o seu programa foi elaborado considerando que esta disciplina se segue à disciplina bienal de Física e Química A dos 10º e 11º anos.

Os novos programas da disciplina de Física e Química A foram homologados em 2001 e o de Física foi em 2004. Os autores destes programas pretendem estabelecer a ligação entre o ensino na escola e as situações do quotidiano.

Estes não pretendem apenas que o aluno faça a ligação entre a Física e as coisas práticas da vida: compreenda os fenómenos naturais, apreenda a essência do conhecimento científico e suas consequências para as sociedades. Pois a compreensão do mundo que nos rodeia exige noções físicas e estas nem sempre se adquirem subordinando-as a uma qualquer aplicação tecnológica. Pelo contrário, a sua apreensão requer, quase sempre, um nível de abstracção que é preciso assumir sem complexos. Assim, a aplicação do programa pressupõe um equilíbrio entre, por um lado, a abstracção e a formalização necessárias à formulação clara de ideias, conceitos e leis, e por outro lado, a sua ilustração com situações do quotidiano e aplicações tecnológicas.

O programa da disciplina de Física e Química do 11º ano de escolaridade, na componente de Física está dividido em duas unidades:

- Movimentos na terra e no espaço
- Comunicações

Na unidade temática Comunicações (a curtas e a longas distâncias), pretende-se que o aluno compreenda como se realiza a transmissão de informação nas suas diversas formas, estudando-se os conceitos de som e radiação electromagnética, enquadrados no modelo geral da propagação ondulatória. A este respeito, é importante ressaltar que não se pretende a formulação da equação da propagação e que o estudo será feito essencialmente por meio de observação e registos gráficos, para os quais o uso de osciloscópios e de calculadoras gráficas é particularmente útil. (M.E. 2001)

É na unidade 2 “Comunicações” no tema “Comunicações de informação a curtas distâncias” que se vão abordar os conceitos Físicos que estão directamente relacionados com a pesquisa e o trabalho que aqui se desenvolve.

A título de exemplo, são leccionados neste tema conceitos que irão permitir ao aluno:

- Identificar as finalidades de um altifalante e de um microfone;
- Identificar um campo magnético como a grandeza que se manifesta através da acção que exerce sobre ímans naturais e correntes eléctricas;
- Reconhecer que um campo magnético tem a sua origem em ímans naturais e em correntes eléctricas;
- Reconhecer que um campo eléctrico tem a sua origem em cargas eléctricas e em campos magnéticos variáveis;
- Identificar zonas de campo eléctrico e magnético mais ou menos intenso e zonas de campo aproximadamente uniforme, a partir da observação de espectros eléctricos e magnéticos e da sua representação pelas respectivas linhas de campo;

- Identificar o fluxo magnético que atravessa uma espira, como o produto da intensidade de campo magnético que a atravessa perpendicularmente pela sua área, e explicar as condições que o tornam máximo, mínimo ou nulo. Generalizar para várias espiras;
- Explicar em que consiste o fenómeno de indução electromagnética;
- Identificar força electromotriz induzida como a taxa de variação temporal do fluxo magnético (Lei de Faraday);
- Explicar o funcionamento de um microfone de indução e de um altifalante.

O programa da disciplina de Física do 12º ano de escolaridade está dividido em três unidades:

- Mecânica
- Electricidade e magnetismo
- Física moderna

A unidade dois termina com o tema Acção dos campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes, assunto já abordado no 11º ano e que é aqui consolidado. Estudam-se sistemas físicos onde intervêm forças eléctricas e magnéticas em simultâneo e realça-se a importância do electromagnetismo em aplicações tecnológicas. É neste tema que são abordados os conceitos Físicos que estão directamente relacionados com a pesquisa e o trabalho que aqui se desenvolve.

A título de exemplo, são leccionados neste tema conceitos que irão permitir ao aluno:

- Representar as linhas de campo magnético criadas por um íman em barra ou por uma corrente eléctrica que atravessa um fio rectilíneo longo, uma espira ou um solenóide;
- Caracterizar a direcção e o sentido do campo magnético a partir das linhas de campo;
- Reconhecer a acção de um campo magnético sobre cargas em movimento;
- Caracterizar a força magnética que actua sobre uma carga eléctrica móvel num campo magnético uniforme;
- Reconhecer que a força magnética que actua sobre uma carga eléctrica, ao contrário da força eléctrica, depende do movimento dessa carga;

- Concluir que a energia de uma partícula não é alterada pela actuação de força magnética;
- Justificar os tipos de movimentos de uma carga eléctrica móvel num campo magnético uniforme;
- Reconhecer a acção combinada de um campo eléctrico e magnético sobre uma carga eléctrica móvel;
- Caracterizar a força que actua sobre uma carga eléctrica móvel sob a acção conjunta de um campo eléctrico uniforme e um campo magnético uniforme através da Lei de Lorentz $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$;
- Reconhecer a acção de campos magnéticos sobre correntes eléctricas;
- Caracterizar a força magnética que actua sobre uma corrente eléctrica imersa num campo magnético uniforme;
- Identificar características do campo magnético terrestre e a sua origem.

2.3. Concepção de recursos didácticos

Como o presente estudo está centrado em estratégias de ensino, foi necessário seleccionar/construir um conjunto de actividades que poderão vir a ser desenvolvidas em sala de aula numa situação concreta de ensino-aprendizagem. E como as próprias autoras do programa da disciplina de Física e Química referem:

“As aulas deverão ser organizadas de modo a que os alunos nunca deixem de realizar tarefas em que possam discutir pontos de vista, analisar documentos, recolher dados, fazer sínteses, formular hipóteses, fazer observações de experiências, aprender a consultar e interpretar fontes diversas de informação, responder a questões, formular outras, avaliar situações, delinear soluções para problemas, expor ideias oralmente e/ou por escrito.” (ME, 2001, p.9).

Foi a pensar nestes pressupostos que se desenvolveram os recursos didácticos, procurando ainda que estes envolvessem:

- Relações entre experiências educacionais e experiências do quotidiano;
- Múltiplos recursos, existentes na escola ou fora dela (por exemplo o uso das TIC);
- Participação activa do aluno;
- A compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade;
- A identificação de situações-problema do quotidiano familiar do aluno.

Os recursos didácticos encontram-se organizados em duas partes:

- Primeira parte: actividades laboratoriais;
- Segunda parte: plataforma de ensino assistido por computador.

A primeira parte é apresentada no capítulo III onde estão descritas algumas actividades laboratoriais simples.

Estas actividades laboratoriais pretendem, como foi referido no capítulo I na secção 1.3, envolver activamente o aluno para isso o professor tem que lhe dar a oportunidade de antes, durante e depois da actividade para participarem, nomeadamente

na previsão dos resultados, nas explicações e discussão das explicações dos colegas e, até mesmo, permitindo que alguns alunos manuseiem, se possível, os materiais.

As actividades laboratoriais que são apresentadas têm um protocolo com uma estrutura comum onde são descritos os objectivos, material necessário e procedimento. Em alguns protocolos achou-se conveniente apresentar um pequeno texto introdutório à actividade e uma síntese explicativa dos fenómenos físicos que ocorrem. Esses protocolos podem ser disponibilizados aos alunos depois de se retirar a síntese explicativa.

Algumas actividades laboratoriais possuem ainda actividades complementares às laboratoriais com o objectivo de proceder a uma melhor compreensão e consolidação dos fenómenos físicos em estudo. Destas actividades complementares fazem parte algumas simulações interactivas e alguns vídeos.

Estas simulações e vídeos podem ser utilizadas dentro da sala de aula destacando-se três formas de utilização:

- O professor recorre a um computador ligado a um projector. A simulação pode servir para sensibilizar, questionar ou transmitir conteúdos;
- Os alunos, divididos em grupos, utilizam vários computadores. Cada grupo trabalha de forma independente, de acordo com um plano comum traçado pelo professor (para isso é necessário um roteiro de exploração). Esta é uma forma interessante de trabalhar, por favorecer o trabalho colaborativo, embora possa haver problemas de acompanhamento e coordenação dos diferentes grupos;
- Cada aluno trabalha com o seu computador.

Recorremos à utilização de simulações virtuais e vídeos pois considero que são bastante úteis ao processo ensino-aprendizagem pois requerem que os alunos utilizem a sua imaginação na recreação de um acontecimento, ajudam a compreensão e dirigem a atenção, permitem a visualização de fenómenos físicos (microscópicos), facilitam a exploração de ideias e o questionamento e facilitam a interpretação dos fenómenos.

Nesta primeira parte optamos por actividades laboratoriais simples, que requerem materiais simples e facilmente acessíveis a qualquer pessoa. São actividades motivadoras onde o aluno pode observar e interpretar fenómenos físicos de uma forma simples, identificando-os e relacionando-os com os observados de forma natural no seu quotidiano.

Assim através do estudo de conceitos básicos e experimentação dos mesmos, estabelecemos a motivação e interesse indispensáveis ao ingresso no mundo da ciência, sobretudo da ciência experimental particularmente relacionada com o dia-a-dia, fornecendo ao observador explicações fundamentais ao desenvolver o ensino-aprendizagem.

Como foi referido no capítulo I na secção 1.3 e para que as actividades laboratoriais não passem a ser uma obrigação, pois estão incluídas nos manuais e nas orientações curriculares. Neste trabalho optamos por considerar que a qualidade do trabalho laboratorial é mais importante do que a quantidade.

No próximo capítulo estão descritas actividades laboratoriais que pretendem ter alguma diversidade e estruturadas de acordo com os objectivos descritos na tabela 3.1.

A actividade laboratorial 1 é uma actividade muito simples, utiliza material do dia-a-dia e do conhecimento do aluno, permite que este recorde que na natureza existem materiais magnéticos e não magnéticos.

A actividade 2 requer a utilização de material de fácil acesso, esta demonstração pretende que o aluno recorde que os pólos com a mesma polaridade se repelem, de polaridade contrária se atraem e que, para distâncias iguais, estas interacções tem a mesma intensidade e para distâncias diferentes tem intensidades diferentes. Esta actividade permite ainda que o aluno verifique que quando partimos um íman em dois passamos a ter quatro pólos (dois de nome diferente em cada íman) e quando juntamos dois ímans passamos a ter o efeito contrário e passamos a ter apenas dois pólos.

A actividade 3 permite que o aluno visualize linhas de campo magnéticas criadas por diferentes fontes. Esta actividade laboratorial possui uma actividade complementar que permite que o professor mostre outros tipos de ilustração de linhas de campo magnéticas que por qualquer motivo não pode apresentar sem ser de forma virtual.

Nas actividades 1 e 3 o professor pode fazer referência que na nossa sociedade existem muitos utensílios que utilizam materiais magnéticos e se possível utilizá-los nestas actividades, com por exemplo o disco de um computador.

A actividade 4 é uma actividade que pode ser utilizada de forma demonstrativa para recordar a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica.

A actividade 5 é uma actividade que requer material de fácil acesso e pouco dispendiosa. Esta actividade permite que o aluno reconheça que a terra se comporta como um íman.

A actividade 6 é uma actividade demonstrativa e permite concluir que a corrente eléctrica origina um campo magnético. Nesta actividade pode ser feita uma breve contextualização histórica assim como uma reprodução dos procedimentos e observações de Oersted, adaptados com a utilização de materiais de baixo custo. Esta actividade possui uma actividade complementar onde apresenta uma simulação virtual com o objectivo de relacionar e aplicar os conhecimentos observados na actividade laboratorial 6.

A actividade 7 permite que o aluno identifique a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica, o material necessário à realização desta actividade já requer algum empenho por parte do professor. A actividade complementar à actividade 7 apresenta um simulador interactivo que permite simular e visualizar fenómenos eléctricos e magnéticos, permitindo analisar as suas propriedades e os factores que as influenciam. Esta actividade permite reconhecer algumas aplicações do magnetismo nomeadamente o de um gerador.

A actividade 8 permite visualizar os efeitos da força magnética e algumas das suas aplicações (por exemplo em motores eléctricos), esta actividade requer que o professor efectue previamente a sua montagem. Uma vez que esta actividade necessita algum material específico e alguma perícia para efectuar as montagens laboratoriais é proposta uma actividade complementar onde é apresentada uma simulação interactiva e um vídeo que facilita a interpretação do fenómeno físico em causa e o questionamento do aluno.

A actividade 9 requer algum material específico mas de fácil acesso, esta actividade permite ilustrar os fenómenos físicos que estão por base no funcionamento de um altifalante.

Como foi referido no capítulo I secção 1.5 os professores devem integrar nas nossas escolas as TIC, pois cada vez mais jovens e adultos exigem variedade de canais de aprendizagem, num sistema de elevada escolha. Para fazer a sua integração o papel do professor é proporcionar oportunidades aos alunos para poderem usufruir de todas as potencialidades que as tecnologias podem proporcionar dando espaço aos alunos para aprenderem fazendo.

Foi a pensar nessa integração que no capítulo IV vamos apresentar uma plataforma de ensino assistido por computador o Pmate (Projecto matemática ensino) que nos proporciona instrumentos de apoio à avaliação, à aprendizagem e ao ensino da Física.

A área dominante do Pmate é da avaliação e aprendizagem assistida por computador, esta plataforma não contempla páginas com exposição de conteúdos Físicos, mas sim provas para diagnosticar os conhecimentos dos alunos.

Os recursos didácticos que iremos apresentar podem ser utilizados por qualquer professor de Física, mas este não se pode esquecer que depende dele a escolha dos problemas experimentais e a sua abordagem para que estejam adequados ao tema em estudo, ao grau de dificuldade pretendido de acordo com o estágio cognitivo dos alunos e com os seus interesses.

Capítulo III – Concepção dos recursos didácticos

3.1. Apresentação dos recursos didácticos

Os recursos didácticos concebidos têm por base as orientações curriculares do ensino secundário e visam sobretudo responder aos objectivos científicos descritos na tabela 3.1. Os objectivos Tecnológicos, Sociais e Ambientais devem ficar ao critério de cada professor pois estes vão depender dos interesses, da motivação, do meio social e económico de cada aluno. Para responder a estes últimos objectivos pode-se assumir uma grande variedade de abordagens onde o professor será sempre a “chave” para atingir as finalidades educativas.

Pretendeu-se criar alguma diversidade nas propostas dos recursos didácticos devido à heterogeneidade do ensino em geral (quer no que respeita aos alunos, quer no que respeita a instalações escolares). Assim o professor perante a sua realidade escolar pode adaptar-se as condições que dispõe.

Inicia-se a apresentação dos recursos didácticos com uma série de actividades laboratoriais. Para uma melhor compreensão e consolidação dos fenómenos físicos em estudo são propostas algumas actividades complementares.

Finalizam-se as propostas dos recursos didácticos com a apresentação, no capítulo IV, de uma plataforma de ensino assistido por computador.

3.1.1. Actividades laboratoriais

O professor para iniciar/continuar o estudo do magnetismo tem que averiguar o que o aluno já sabe e o que precisa de saber. Assim sendo as actividades laboratoriais propostas foram planeadas com base nos conteúdos já abordados e naqueles que iram ser abordados no 11º e 12º anos de escolaridade.

As actividades 1, 2, 3 e 4 podem ser utilizadas quer no 11º quer o 12º ano de escolaridade para rever os conceitos já abordados no 3º ciclo, será através destas actividades que o professor averigua o que o aluno já sabe sobre este tema. A execução destas actividades deve despertar a atenção do professor uma vez que os alunos podem já conhecer estas actividades o que pode gerar algum desinteresse por parte dos alunos.

As actividades 5 e 6 são adequadas ao actual programa de 11º ano de escolaridade. A actividade 6 é uma actividade de natureza histórica e reproduz a experiencia de Oersted que pode ser ilustrada através de uma demonstração simples e irá ajudar a compreensão, a evolução de conceitos e a orientação para novas descobertas.

No programa do 12º ano de escolaridade os autores do programa sugerem que seja feito um trabalho de pesquisa sobre o campo magnético terrestre e que se sistematizem, em sala de aula, as ideias apresentadas. A actividade 5 pode ainda ser utilizada como introdução na aula de apresentação do trabalho de pesquisa.

A actividade 7 (Correntes de Foucault) é uma actividade que permite concluir que o magnetismo e a electricidade estão relacionados no entanto a sua compreensão vai para além dos conteúdos programáticos para o 12º ano de escolaridade. Pretende-se com esta actividade estimular o interesse e a curiosidade dos alunos. Esta actividade pode ainda ser utilizada com o fim de elucidar os alunos acerca do movimento de corpos sujeitos a forças que se opõem ao movimento relativo entre dois corpos.

A actividade 8 é adequada ao actual programa de 12º ano de escolaridade e deve ser realizada depois do conceito de força magnética ter sido abordado. A actividade laboratorial constitui um grande desafio para os alunos, o funcionamento destes motores vai permitir que os alunos se questionem, experimentem e até apresentem teorias. O professor deve ter especial atenção na explicação do movimento do motor homopolar (actividade laboratorial 8.1 (A)) uma vez que os pólos do mesmo íman estão voltados um para o outro, produzindo assim um campo de indução magnética radial.

A actividade 9 está completamente enquadrada no actual programa de 11º ano de escolaridade, uma vez que é parte integrante do programa o estudo do funcionamento do altifalante. Esta actividade permite ainda fazer um paralelismo com a mecânica onde se poderia verificar que as ondas mecânicas necessitam de um meio para se propagar.

As actividades laboratoriais foram construídas obedecendo a uma estrutura comum:

- Objectivos
- Material necessário
- Procedimento

Em algumas actividades considerou-se necessário um pequeno texto e uma síntese explicativa. O pequeno texto inicial pretende introduzir novos conteúdos e a síntese explicativa expõe de uma forma simplista os fenómenos físicos que estão envolvidos em cada actividade esta pode ser utilizada no final da discussão da actividade de forma a comparar as conclusões a que se chegou com a referida síntese explicativa.

A tabela 3.1 apresenta um quadro resumo de todas as actividades laboratoriais propostas e os objectivos que estas devem atingir.

Actividade laboratorial	Objectivos
1. Materiais magnéticos e não magnéticos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconhecer a existência de materiais magnéticos e materiais não magnéticos. ▪ Reconhecer a existência de materiais que podem ficar magnetizados quando estão em contacto com um íman. ▪ Reconhecer a existência de um campo magnético.
2. Pólos do íman	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar interacções atractivas e repulsivas entre os pólos de um íman. ▪ Verificar a variação das interacções magnéticas com a distância entre ímans. ▪ Observar o tipo de pólos obtidos pela divisão de um íman. ▪ Verificar que quando existe sobreposição do campo magnético, criado por fontes distintas, pode existir uma zona em que este é nulo.
3. Linhas de Campo Magnético	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar que as linhas de campo magnético são fechadas, preenchem todo o espaço e nunca se cruzam. ▪ Reconhecer que um campo magnético pode ser criado por uma corrente eléctrica. ▪ Identificar zonas de campo magnético mais ou menos intenso e zonas de campo aproximadamente uniforme.
4. Íman artificial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica.
5. Campo magnético terrestre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconhecer que a terra se comporta como um íman.
6. Experiência de Oersted	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mostrar que uma corrente eléctrica cria um campo magnético. ▪ Verificar que existe uma relação entre a electricidade e o magnetismo. ▪ Verificar que o campo magnético gerado pela corrente é perpendicular à direcção do fio.
7. Correntes de Foucault	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica. ▪ Observar os efeitos das correntes de Foucault.
8. Força Magnética	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar o efeito da força magnética sobre um segmento de fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica. ▪ Verificar que a corrente eléctrica origina um campo magnético. ▪ Observar o efeito da força magnética sobre um segmento de fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica. ▪ Visualizar os efeitos da força magnética associada ao campo magnético criado por uma corrente eléctrica.
9. Transmissão do som por indução magnética	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entender o funcionamento de um altifalante. ▪ Identificar que a corrente eléctrica gera um campo magnético em redor da bobina. ▪ Identificar que o som só se propaga devido ao movimento vibratório da matéria.

Tabela 3.1. Apresentação das actividades laboratoriais

3.1.1.1. Actividade I - Materiais magnéticos e não magnéticos

Actividade 1.1

Objectivos

- Reconhecer a existência de materiais magnéticos e materiais não magnéticos.
- Reconhecer a existência de materiais que podem ficar magnetizados quando estão em contacto com um íman.
- Reconhecer a existência de um campo magnético.

Material necessário

- íman
- pregos de ferro
- folha de papel
- borracha
- anel de ouro ou prata

Procedimento

1. Aproxime o íman do prego, da folha de papel, da borracha e do anel e observe qual destes objectos é atraído pelo mesmo.
2. Coloque agora um objecto igual ao que foi atraído pelo íman sobre uma mesa e aproxime lentamente o conjunto íman mais objecto atraído referido no passo anterior.

3.1.1.2. Actividade 2 - Pólos do íman

Actividade 2.1

Objectivos

- Observar interacções atractivas e repulsivas entre os pólos de um íman.
- Verificar a variação das interacções magnéticas com a distância entre ímans.
- Observar o tipo de pólos obtidos pela divisão de um íman.
- Verificar a 3ª lei de Newton ou princípio da acção-reacção.

Material necessário

- 2 ímans

Procedimento

1. Aproxime um ímã de outro, sob diversos ângulos e distâncias e veja o resultado.
2. Repetir o passo anterior invertendo agora um dos ímans.
3. Divida em dois um íman e averigüe as interacções entre as parcelas.

Actividade 2.2

Objectivos

- Verificar que quando existe sobreposição do campo magnético, criado por fontes distintas, pode existir uma zona em que este é nulo.

Material necessário

- prego de ferro
- 2 ímans

Procedimento

1. Fazer aderir um cilindro de ferro a um dos pólos do íman (a).
2. Aproximar o pólo contrário de outro íman (b), idêntico ao íman (a).
3. Observar o que acontece ao cilindro de ferro quando (b) toca (a).

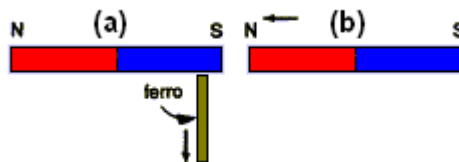


Figura 3.1. Montagem experimental da actividade 2.2

3.1.1.3. Actividade 3 - Linhas de Campo Magnético

Actividade 3.1

Tal como acontece com qualquer campo de forças, a existência de um campo magnético só pode ser detectada através dos seus efeitos. Embora não nos damos conta, mas as forças magnéticas estão presentes no funcionamento da maior parte dos aparelhos que usamos no nosso dia-a-dia, como por exemplo, nos motores eléctricos, nos televisores e nos altifalantes.

Os campos magnéticos detectam-se pela presença de forças numa região em que a influência da força magnética se faz sentir.

A interacção magnética detecta-se tanto nos materiais magnéticos como nas proximidades de correntes eléctricas.

Objectivos

- Visualizar linhas de campo magnético a 2 e 3 dimensões.
- Verificar que as linhas de campo magnético são fechadas (isto é, partem e voltam ao íman), preenchem todo o espaço (isto é, pode supor-se uma linha a passar por qualquer ponto do espaço) e nunca se cruzam.

Material necessário

- limalha de ferro
- visor magnético bidimensional 1
- íman
- folha de papel
- fita de uma cassete
- garrafa de plástico
- água e açúcar
- acetona

1 Facilmente adquirido em www.neotexx.pt

Procedimento

Parte I

1. Aproxime o visor magnético de um material magnético.
2. Observe o visor magnético.

Parte II

1. Espalhe a limalha de ferro sobre a folha de papel.
2. Aproxime o íman da folha com a limalha.
3. Observe a configuração adquirida pela limalha de ferro.

Parte III

1. Corte a fita da cassete (fita plástica coberta de material magnetizável, como por exemplo óxido de ferro ou crómio) em pedaços pequenos.
2. Coloque esses pedaços da fita em acetona até se soltarem pequenos fragmentos.
3. Coloque esses fragmentos numa garrafa com uma solução de água com açúcar (que facilita a suspensão dessas partículas).
4. Introduza na garrafa um íman dentro de um tubo de ensaio.
5. Observe a configuração adquirida pelas partículas em suspensão.

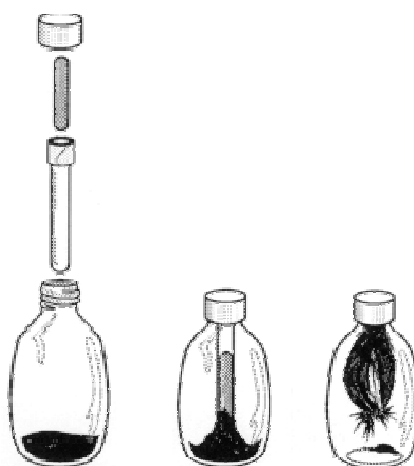


Figura 3.2. Montagem experimental da actividade 3.1

Actividade 3.2

Campo do Solenóide

Objectivos

- Reconhecer que um campo magnético pode ser criado por uma corrente eléctrica.
- Observar a configuração do campo magnético criado por um solenóide.
- Verificar algumas propriedades do campo magnético através da observação experimental.

Material necessário

- Fio condutor em forma helicoidal
- Fonte de tensão
- Limalha de ferro
- Placa acrílica (ou outro material plástico) com duas filas paralelas de orifícios, separadas de uns 8 cm.

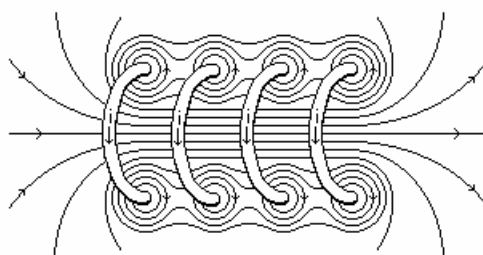


Figura 3.3. Linhas de campo magnético num solenóide percorrido por uma corrente eléctrica

Procedimento

1. Encaixe o solenóide (ou um fio eléctrico enrolado) na placa de acrílico furada.
2. Polvilhe a placa com a limalha de ferro.
3. Ligue as suas extremidades à fonte de tensão.
4. Registe o que observa.

Actividade complementar à actividade 3

Esta proposta de trabalho é uma actividade complementar à actividade 3 e permite visualizar diferentes linhas de campo magnéticos.

Para a realização desta actividade é necessário aceder a um computador com internet.

Ao aceder à página da internet:

<http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/index.html>

poderá visualizar uma animação onde estão representados as linhas de campo magnético criadas por dois fios condutores percorridos por uma corrente eléctrica.

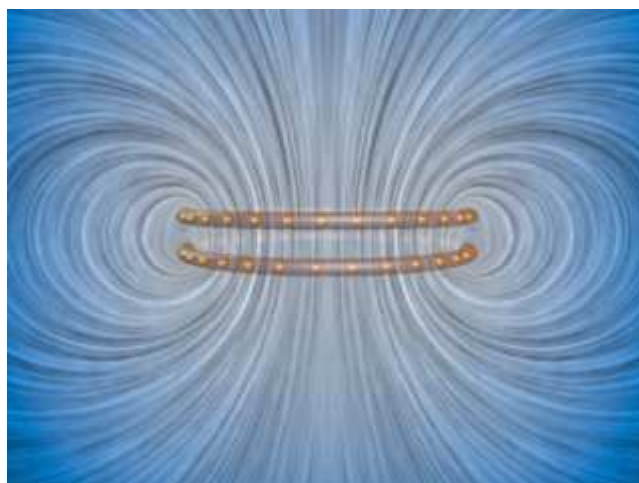


Figura 3.4. Ilustração de um campo magnético criado por dois anéis percorridos por uma corrente eléctrica

Fonte: MIT Physics8.02 Electricity&Magnetism (2007)

Neste site do MIT poderá ainda visualizar, entre outros fenómenos, as linhas de campos magnéticos criados por duas ou mais cargas em movimento e um ímã permanente.

Em alternativa a página da internet anterior:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?PHPSESSID=d9df89f2f588c0483007b8a84b0f9632&topic=181.0>

Onde se pode visualizar uma simulação em Java de um campo magnético criado por um fio percorrido por uma corrente.

3.1.1.4. Actividade 4 - Íman artificial (electroíman)

Um electroíman é um dispositivo que utiliza corrente eléctrica para gerar um campo magnético, semelhante ao encontrado nos ímans naturais.

Actividade 4.1

Objectivos

- Identificar a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica.

Material necessário

- vara de ferro
- fio de cobre
- pregos de ferro
- pilha de 9 V
- dois fios eléctricos com crocodilos

Procedimento

1. Enrole o fio de cobre na vara de ferro (tente dar o máximo de voltas possíveis com o fio de cobre à volta da vara de ferro).
2. Ligue uma das extremidades do fio de cobre a um fio, através de um dos seus crocodilos.
3. Ligue o outro crocodilo desse fio ao pólo positivo da pilha.
4. Ligue a outra ponta do fio de cobre isolado a outro fio, igualmente através de um dos seus crocodilos.
5. Ligue o restante crocodilo desse fio ao pólo negativo da pilha.
6. Aproxime a vara de ferro aos pregos.
7. Desligue o crocodilo de um dos pólos e aproxime novamente a vara de ferro aos pregos.

3.1.1.5. Actividade 5 - Campo magnético terrestre

O campo magnético terrestre é semelhante ao de um dipólo, o seu eixo faz actualmente um ângulo de $11,5^\circ$ com o eixo da terra.

Por convenção, chamamos pólo norte da agulha magnética àquela que aponta para o pólo norte geográfico.

O campo magnético terrestre é caracterizado, em cada ponto da proximidade da superfície da terra, pela declinação (ângulo entre o norte geográfico e a componente horizontal do campo) e pela inclinação (ângulo entre a plano horizontal e a direcção do campo).

Objectivos

- Reconhecer que a terra se comporta como um íman.

Material necessário

- íman de neodímio cilíndrico
- placa de plástico

Procedimento

1. Com a placa de plástico constrói um plano inclinado.
2. Deixe deslizar o íman sobre o plano inclinado conforme a figura.
3. Observa o sucedido.
4. Altera a direcção do plano inclinado.
5. Repita os procedimentos 2 e 3.

Nota: Esta actividade deve ser realizada afastada de ímans e de itens metálicos.

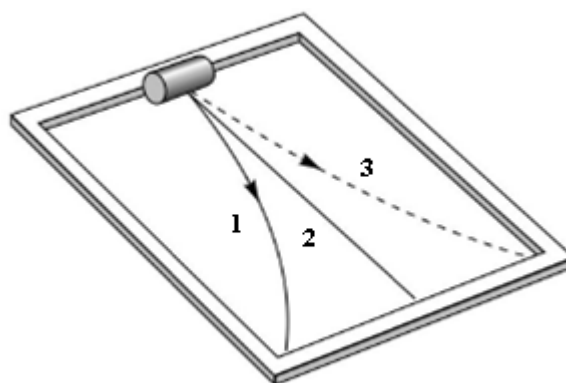


Figura 3.5. Montagem experimental da actividade 5

Síntese explicativa

O íman que desce o plano inclinado pode ter a trajectória 1, 2 ou 3 exemplificadas na figura 3.5. Este fenómeno deve-se à orientação polar do íman como a direcção do plano inclinado, ou seja, o pólo norte do íman irá sempre convergir para o sul terrestre (uma vez que pólos iguais repelem-se e pólos contrários atraem-se) como mostra a figura 3.6.

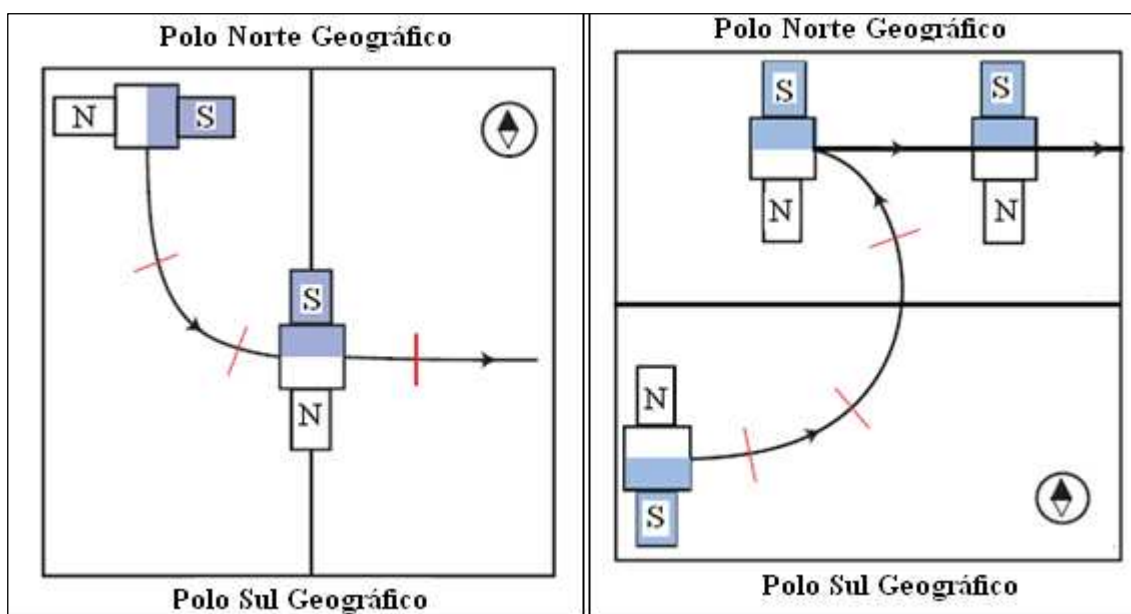


Figura 3.6. Síntese das trajectórias do íman

3.1.1.6. Actividade 6 - Experiência de Oersted

O fenómeno do magnetismo, apesar de ser conhecido desde tempos muito antigos, apenas começou a ser estudado com atenção no século XIX. Foi neste século que o dinamarquês Oersted descobriu que, para além dos ímans, também as correntes eléctricas produzem campos eléctricos. Estabeleceu, assim, e pela primeira vez uma relação entre o magnetismo e a electricidade.



Figura 3.7. Hans Cristian Oersted

Fonte: <http://www.cozmo.dk/bio/oersted/>

Actividade 6.1

Objectivos

- Mostrar que uma corrente eléctrica cria um campo magnético.
- Verificar que existe uma relação entre a electricidade e o magnetismo.
- Verificar que o campo magnético gerado pela corrente é perpendicular à direcção do fio.

Material necessário

- 1 gerador de corrente contínua (6V, 1A) ou pilha de 6V
- fio fino de cobre
- 1 bússola

Procedimento

1. Coloque uma bússola sobre uma mesa e deixe a agulha girar livremente até apontar a direcção norte-sul.
2. Enrole o fio de cobre em torno da bússola.
3. Encoste uma das pontas do fio num dos pólos da pilha.
4. Encoste a outra ponta do fio no outro pólo da pilha.

Actividade complementar à actividade 6

Esta proposta de trabalho vem como complemento à actividade 6.1 e permite visualizar o efeito provocado por uma corrente num campo magnético.

Para a realização desta actividade é necessário aceder a um computador com internet e com o programa Java previamente instalado.

Ao aceder à página:

http://www.walter-fendt.de/ph14br/mfwire_br.htm

poderá visualizar a seguinte simulação:

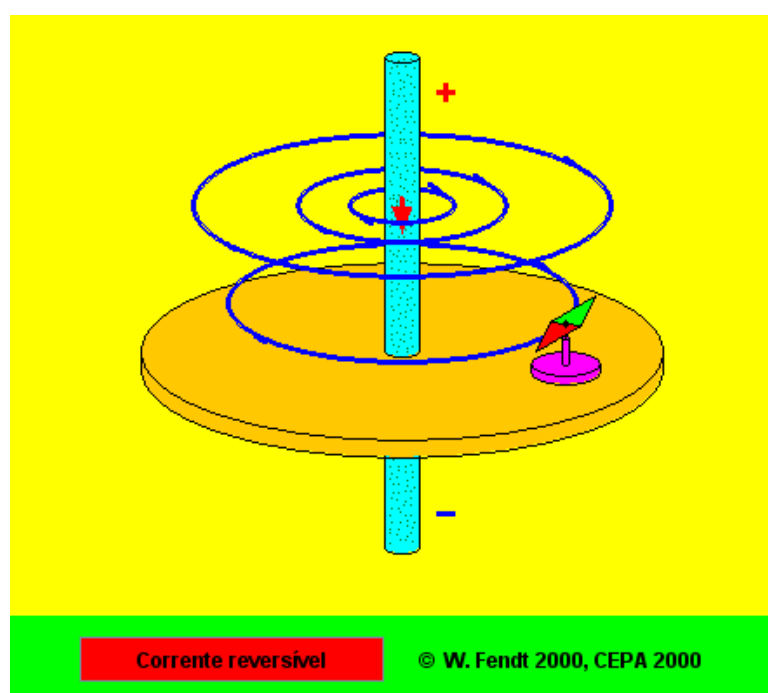


Figura 3.8. Ilustração das linhas de campo magnético originadas por uma corrente eléctrica

Fonte: Walter Fendt. Applets Java de Física (2007)

Nesta simulação existe um fio condutor, representado a azul, percorrido por uma corrente eléctrica. O sentido convencional da corrente está representado pela seta vermelha e os electrões estão representados pelos pontos verdes que possuem um movimento oposto ao da corrente eléctrica.

Nesta actividade o aluno ou o professor pode inverter o sentido da corrente usando o botão "Corrente reversível" e deslocar a bússola carregando no botão do lado esquerdo do rato e movendo-o.

3.1.1.7. Actividade 7 - Correntes de Foucault

Como vimos, foi a experiência de Oersted que permitiu concluir que as correntes eléctricas criam campos magnéticos. Poderá um campo magnético produzir corrente eléctrica num condutor? Em que condições? Este fenómeno, foi descoberto em 1831 pelo físico Faraday e chama-se indução electromagnética.

Um dos fenómenos que está directamente relacionado com a indução electromagnética é o aparecimento de correntes de Foucault em objectos metálicos.

Actividade 7.1

Objectivos

- Identificar a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica.
- Observar os efeitos das correntes de Foucault numa placa plana e numa placa dentada.

Material necessário

- 1 suporte universal (não ferromagnético)
- 1 placa plana de alumínio
- 1 placa de alumínio dentada
- 1 placa plana de acrílica
- ímans de neodímio

Procedimento

1. Com a ajuda do suporte universal de um fio e dos ímans construa um pêndulo.
2. Coloque o pêndulo a oscilar sobre a placa plana de alumínio.
3. Observe o sucedido.
4. Coloque o pêndulo a oscilar sobre a placa de acrílica.
5. Observe o sucedido.
6. Coloque o pêndulo a oscilar sobre a placa dentada de alumínio.
7. Observe o sucedido.



Figura 3.9. Montagem experimental da actividade 7

Síntese explicativa

Quando um íman se desloca nas proximidades de um condutor gera uma corrente eléctrica por indução. Por sua vez esta corrente interage com o campo magnético do íman e esta interacção dá origem à força de Lorentz cujo sentido é contrário ao do movimento do íman.

Actividade 7.2

Objectivos

- Identificar a existência de um campo magnético associado à corrente eléctrica.
- Observar os efeitos das correntes de Foucault.

Material necessário

- 2 tubos de PVC de comprimento 1,5 m
- 1 tubo de cobre ou alumínio
- 3 bobinas com 1000 espiras de fio de cobre
- 3 LEDs vermelhos
- 1 íman de neodímio cilíndrico de comprimento maior que 3 cm e diâmetro menor que o do tubo

Procedimento

1. Com o tubo PVC na vertical, faça cair o íman através deste.
2. Colocar ao redor do outro tubo de PVC as 3 bobinas e os LEDs.
3. Com o tubo preparado no ponto 2, faça cair o íman através deste à semelhança do que fez no ponto 2.
4. Com o tubo de alumínio na vertical, faça cair o íman através deste.

Síntese explicativa

No tubo de PVC os LEDs acendem quando o íman se desloca no interior de uma bobina gerando uma corrente induzida alterna.

No tubo de alumínio verifica-se que se for um íman a cair este passa a ter um movimento mais lento, esta diminuição da velocidade deve-se à interacção entre o condutor e o íman em movimento. E como foi referido na actividade 7.1 sempre que um íman se desloca nas proximidades de um condutor gera uma corrente eléctrica por indução. Por sua vez esta corrente interage com o campo magnético do íman e esta interacção dá origem à força de Lorentz cujo sentido é contrário ao do movimento do íman provocando assim a diminuição da sua velocidade.

Com a actividade 7 verificamos que campos magnéticos variáveis estão na origem de campos eléctricos, portanto as fontes de campos eléctricos não são unicamente cargas eléctricas mas também campos magnéticos variáveis.

Actividade complementar à actividade 7

Esta proposta de trabalho vem como complemento à actividade 7 e permite simular e visualizar fenómenos magnéticos e eléctricos. Esta proposta permite analisar campos magnéticos e eléctricos que podem ser identificados através das linhas de campo e de dispositivos de medidas existentes.

Para a realização desta actividade é necessário aceder a um computador com internet e com o programa Java previamente instalado.

Ao aceder à página da internet:

http://phet.colorado.edu/web-pages/simulations-base_es.html

poderá visualizar a seguinte simulação.



Figura 3.10. Ilustração do simulador do laboratório de Faraday (a)

Fonte: PhET Physics Education Technology (2007)

Nesta parte da simulação pode visualizar e medir o campo magnético assim como mover o íman e observar o que ocorre com a bússola.

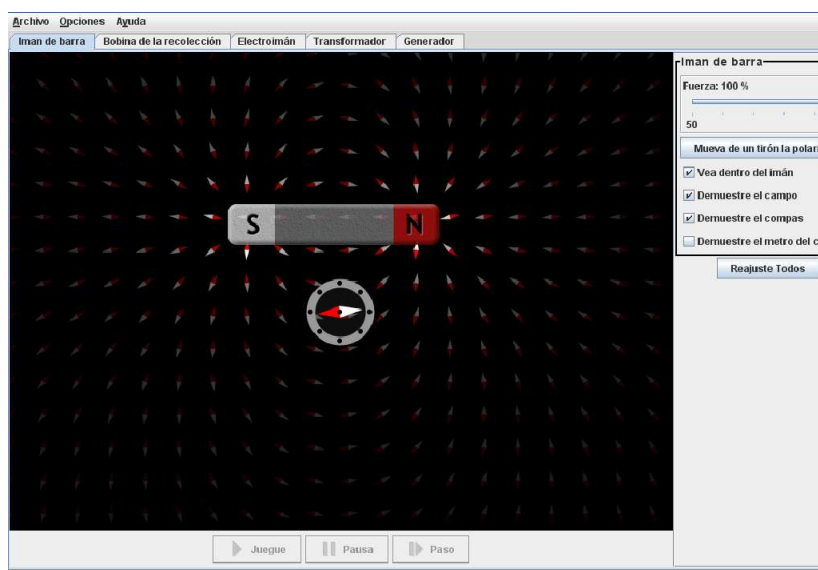


Figura 3.11. Ilustração do simulador do laboratório de Faraday (b)

Fonte: PhET Physics Education Tecnology (2007)

Estas simulações permitem variar o valor da intensidade e direcção do campo magnético. Possibilitam ainda a visualização do fenómeno de indução magnética por oscilação de um íman através de uma bobina cujo número de espiras pode ser variado, como mostra a figura 3.12.

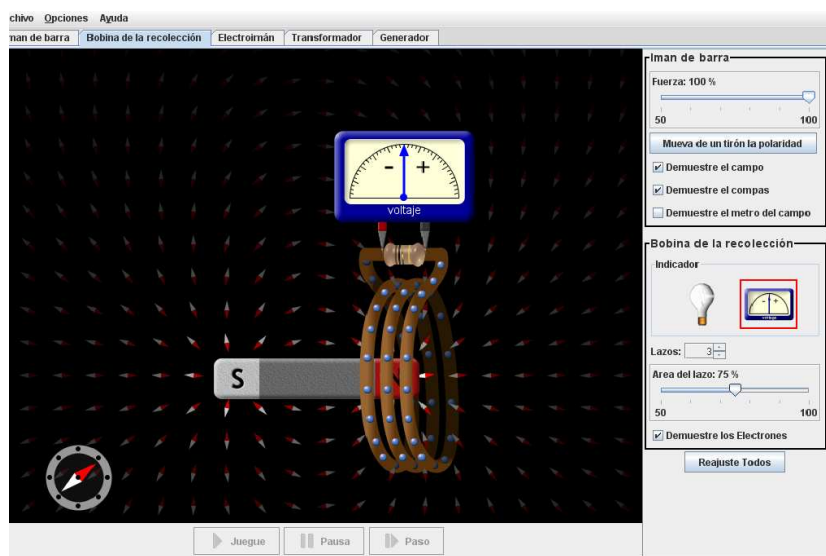


Figura 3.12. Ilustração da simulação da indução magnética utilizando um íman e uma bobina

Fonte: PhET Physics Education Tecnology (2007)

3.1.1.8. Actividade 8 - Força Magnética

Na actividade 6, onde se ilustrou a experiência de Oersted, pôde-se observar que uma corrente eléctrica cria à sua volta um campo magnético e que uma bússola colocada nas proximidades do fio condutor alinha-se no sentido do referido campo.

Se uma corrente eléctrica gera um campo magnético que exerce uma força sobre a agulha de uma bússola, será de esperar que um íman também exerça uma força sobre as cargas em movimento, e consequentemente, sobre um fio condutor?

Será que o campo magnético produzido por um fio comprido percorrido por uma corrente se fará sentir num outro fio no qual também passa uma corrente?

Motores Eléctricos

Os motores eléctricos, hoje em dia, desempenham uma série de tarefas que facilitam o quotidiano do homem. Nestas actividades pretende-se demonstrar que se podem construir modelos didácticos de motores eléctricos com materiais simples do nosso dia-a-dia.

Actividade 8.1 (A)

Motor simples

Objectivos

- Observar o efeito da força magnética sobre um segmento de fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica.
- Verificar que a corrente eléctrica origina um campo magnético.

Material necessário

- íman em forma de disco de neodímio
- pilha
- 1 parafuso
- 1 fio condutor

Procedimento

1. Coloque o parafuso centrado no íman.
2. Encostar o conjunto preparado em 1 a um dos pólos da pilha.
3. Ligue um fio condutor deste a outro pólo da pilha à parte lateral do íman.
4. Observe o movimento de rotação do conjunto parafuso mais íman.

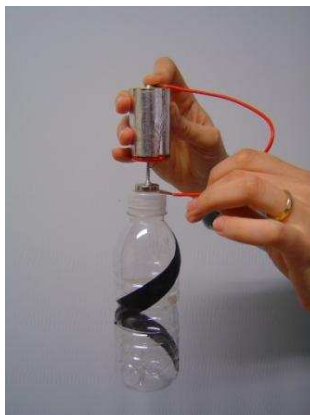


Figura 3.13. Montagem experimental do motor simples

Nota: Foi colado ao íman a garrafa com uma fita preta como mostra a figura 3.13 para termos uma melhor percepção visual do movimento do íman.

Síntese explicativa

Uma corrente eléctrica passa através e ou ao longo da superfície do íman como mostra a figura 3.14.

As correntes no disco magnético são radiais pelo que a força de Lorentz é tangencial ao disco.

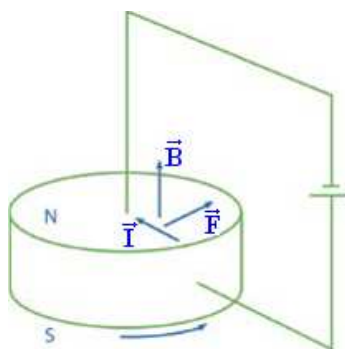


Figura 3.14. Ilustração esquemática do motor simples

Actividade 8.1 (B)

Baloço electromagnético

Objectivos

- Observar o efeito da força magnética sobre um segmento de fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica.
- Verificar que a corrente eléctrica origina um campo magnético.

Material necessário

- íman neodímio
- pilha
- suporte para pilha
- dois cabos eléctricos com crocodilos
- um pedaço de fio de cobre em forma de U
- bobina
- chapas metálicas
- 1 suporte de madeira

Procedimento

1. Fazer encaixar o fio de cobre sobre as duas hastes de metal que estão ao lado da pilha (Figura 3.15).
2. Coloque o íman debaixo do fio de cobre em U.
3. Ligue os fios eléctricos às extremidades do suporte da pilha e às hastes de metal (deixe apenas uma das extremidades do fio solta).
4. Ligando e desligando a corrente eléctrica, observe o movimento do fio em U.
5. Inverta o sentido da corrente eléctrica e observe novamente o movimento do fio em U.

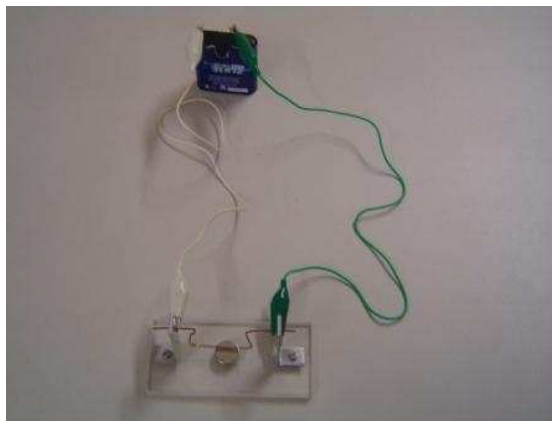


Figura 3.15. Montagem experimental do baloiço electromagnético

Síntese explicativa

O movimento do fio de cobre em U ocorre sempre que há passagem de corrente eléctrica através deste ou quando se inverte o sentido da corrente. Este movimento é consequência da interacção entre o campo magnético e a corrente eléctrica no fio. A força que está na origem do movimento é a força de Lorentz. Esta força existe sempre que uma carga se move num campo magnético.

Actividade 8.1 (C)

Motor de espiras

Objectivos

- Observar o efeito da força magnética sobre um segmento de fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica.
- Verificar que a corrente eléctrica origina um campo magnético.

Material necessário

- íman
- pilha
- suporte para pilha
- dois cabos eléctricos com crocodilos
- um pedaço de fio eléctrico fino em forma de bobina

Procedimento

1. Utilize a montagem utilizada na actividade 8.1 e troque o fio de cobre em U pela bobina, para observar o princípio de funcionamento do motor eléctrico.
2. Retire o verniz das extremidades da bobina como mostra a figura 3.16. antes de ligar a corrente eléctrica verifique se a bobina gira facilmente sobre o suporte.
3. Ligue a corrente eléctrica e dê um pequeno toque na bobina para ajudar no início do movimento. A bobina deverá girar sem parar.
4. Inverta o sentido da corrente eléctrica e observe o movimento da bobina.
5. Inverta também a polaridade do íman e observe novamente.

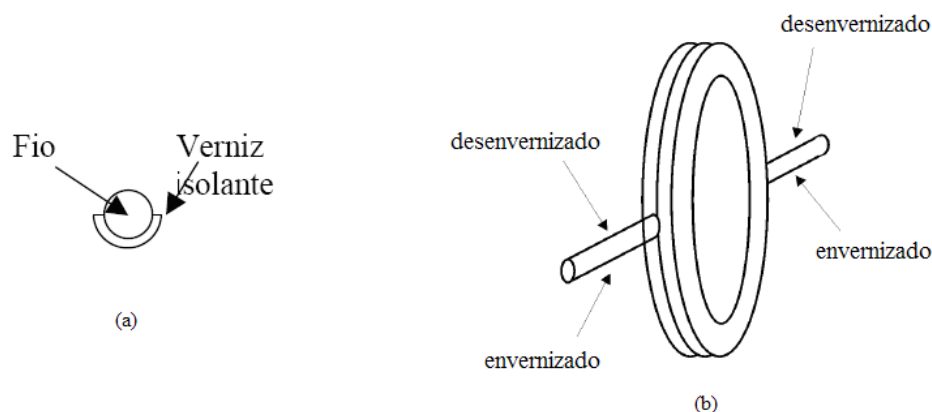


Figura 3.16. (a) extremidades do fio da bobina (b) bobina

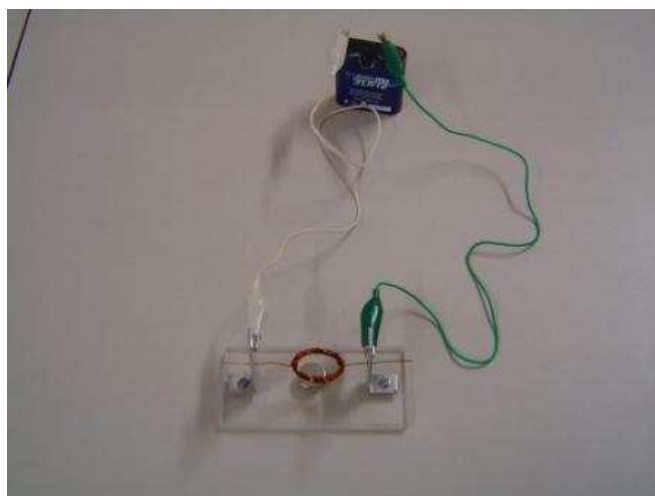


Figura 3.17. Montagem experimental do motor de espiras

Síntese explicativa

O fenómeno físico que ocorre nesta actividade é semelhante ao da actividade do baloiço electromagnético, pois sempre que uma carga se move nas proximidades de um campo magnético fica sujeita à força de Lorentz. Nas extremidades da bobina só se retira metade do verniz isolante e é por este motivo que meio ciclo do movimento do anel é consequência da força de Lorentz e outro meio ciclo deve-se à inércia do movimento.

Forças entre fios

Actividade 8.2

Objectivos

- Verificar que um fio condutor percorrido por uma corrente eléctrica cria à sua volta um campo magnético.
- Visualizar os efeitos da força magnética associada ao campo magnético criado por uma corrente eléctrica.

Material necessário

- placa de madeira com aproximadamente 2 cm de largura e 60 cm de comprimento
- fios de folha de alumínio
- fio condutor
- pregos
- fita adesiva
- pilhas

Procedimento

1. Prepare as folhas de alumínio e separe-os de forma a ficar com dois pedaços de fio com aproximadamente 70cm cada.
2. Coloque os fios em paralelos e una as extremidades, enrolando as duas pontas.
3. Pregue dois pregos na placa de madeira, mais ou menos a 10 cm das extremidades.
4. Lace as extremidades dos fios já enrolados nos pregos.
5. Enrole o fio condutor, de cada lado, até que os fios desencostem da madeira e fiquem um pouco esticados.
6. A associação de pilhas é montada ligando o pólo positivo de uma pilha com o pólo negativo de outra.
7. Para se manter fixa a associação de pilhas, enrole na região de contacto das pilhas fita adesiva.
8. Fixe com fita adesiva o contacto dos fios condutores com a associação de pilhas.



Figura 3.18. Montagem experimental da actividade força entre fios

Síntese explicativa

Quando fazemos com que dois fios condutores paralelos, próximos um do outro, sejam percorridos cada um por uma corrente eléctrica com mesmo sentido os condutores atraem-se.

Esta atracção ocorre pois cada elemento de corrente se encontra no campo magnético criado pelo outro e fica, portanto, submetido a uma certa força magnética.

Actividade complementar à actividade 8

Esta proposta de trabalho vem como complemento à actividade 8.1 e permite visualizar o efeito da força de Lorentz assim como a sua representação simbólica. A força de Lorentz é a força exercida num condutor que transporta uma corrente e que é colocado num campo magnético criado por um íman tipo ferradura, como mostra a simulação da figura 3.19.

Para a realização desta actividade é necessário aceder a um computador com internet e com o programa Java previamente instalado.

Ao aceder à página da internet:

http://www.walter-fendt.de/ph11br/lorentzforce_br.htm

poderá visualizar a seguinte simulação:

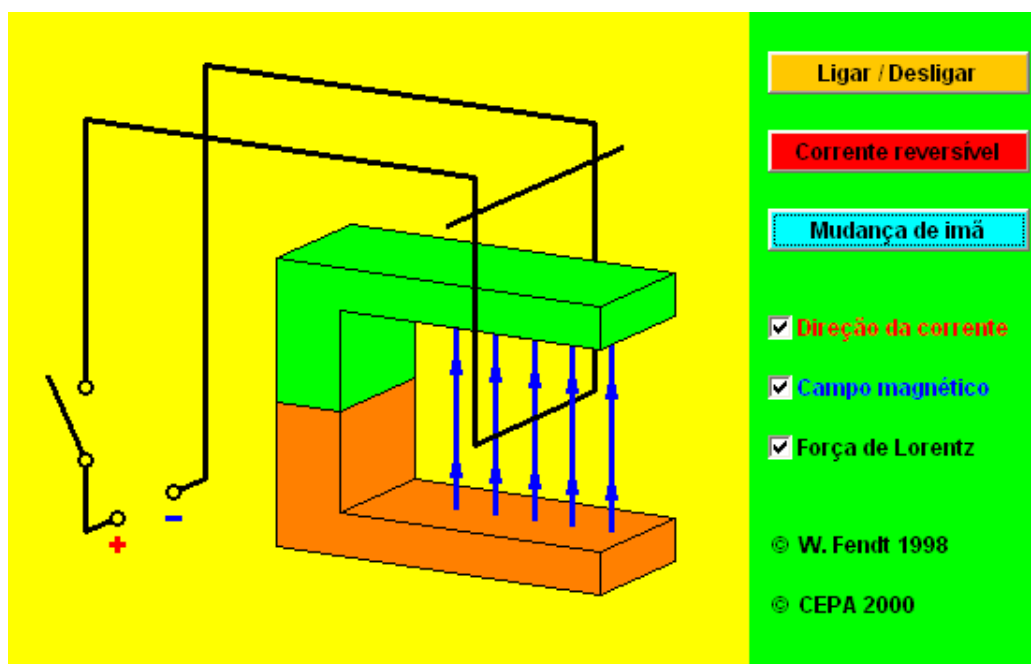


Figura 3.19. Visualização do efeito da força de Lorentz (a)

Fonte: Walter Fendt. Applets Java de Física (2007)

Nesta simulação pode ligar ou desligar a corrente usando o botão "Ligar/Desligar". Os outros dois botões "Corrente reversível" e "Mudança de ímã" mudam a direcção da corrente e do campo magnético respectivamente. Conforme se alteram as condições "Ligar/Desligar", "Corrente reversível" e "Mudança de ímã" assim se podem visualizar representativamente os diferentes sentidos dos vectores de campo magnético e da força de Lorentz.

Pode ainda aceder à página da internet:

http://www.walter-fendt.de/ph11br/electricmotor_br.htm

onde poderá visualizar a seguinte simulação:

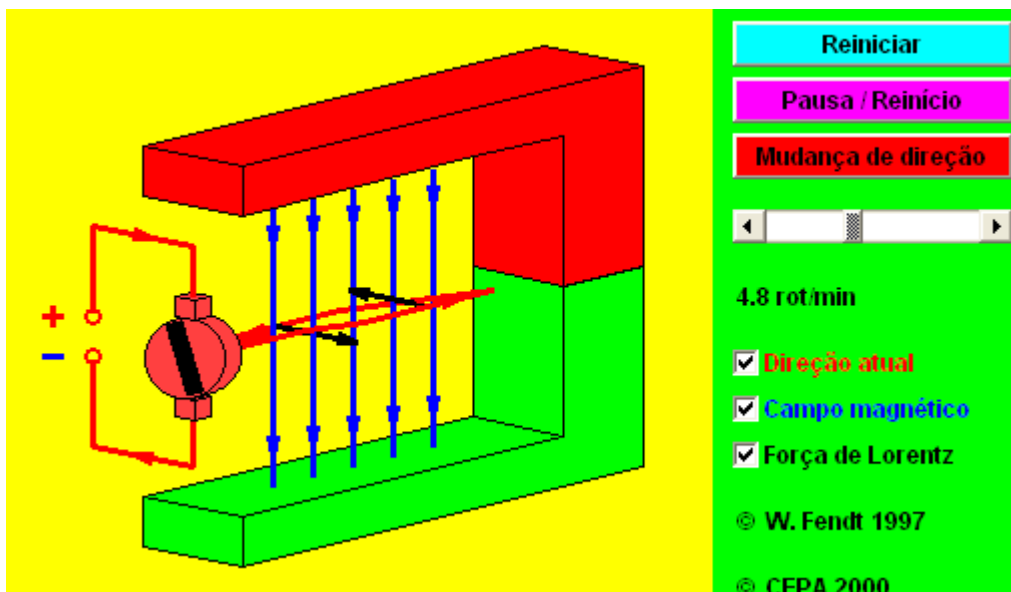


Figura 3.20. Visualização do efeito da força de Lorentz (b)

Fonte: Walter Fendt. Applets Java de Física (2007)

Nesta simulação pode visualizar as linhas do campo magnético (vectores a azul), a força de Lorentz (vectores a preto) e o sentido convencional da corrente (vectores a vermelho). Pode iniciar ou reiniciar usando o botão “Pausa/Reinício”, o botão “mudança de direção” faz com que se inverta o sentido da corrente e o “scroll” permite aumentar ou diminuir o número de rotações por minuto do condutor.

Como complemento à actividade 8.2 poderá utilizar uma animação que permite visualizar os efeitos da força de Lorentz.

Para a realização desta actividade é necessário aceder a um computador com internet.

Ao aceder à página da internet:

<http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/magnetostatics/SeriesWires/SeriesWires.htm>

podrá visualizar a representação dos campos magnéticos criado por dois fios condutores paralelos percorridos por uma corrente eléctrica e o efeito das forças de interação entre esses dois fios percorridos por correntes (com o mesmo sentido ou sentidos opostos).

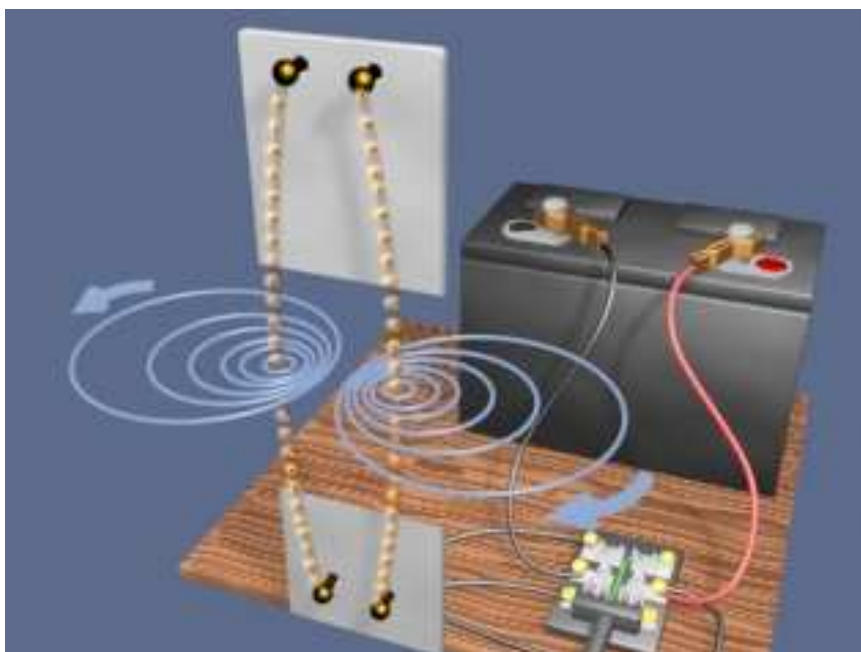


Figura 3.21. Visualização do efeito da força de Lorentz (c)

Fonte: MIT Physics8.02 Electricity&Magnetism (2007)

3.1.1.9. Actividade 9 - Transmissão do som por indução magnética

Actualmente existe uma dependência do magnetismo na maioria dos equipamentos eléctricos. Nesta actividade vamos estudar o funcionamento de um desses equipamentos, o altifalante.

Os primeiros altifalantes surgiram entre 1924 e 1925, como equipamento capaz de ampliar o som produzido pelos fonógrafos eléctricos primitivos. A simplicidade da sua construção e a boa qualidade de reprodução sonoras possibilitadas pelo dispositivo fizeram com que ele permanecesse praticamente inalterado até hoje.

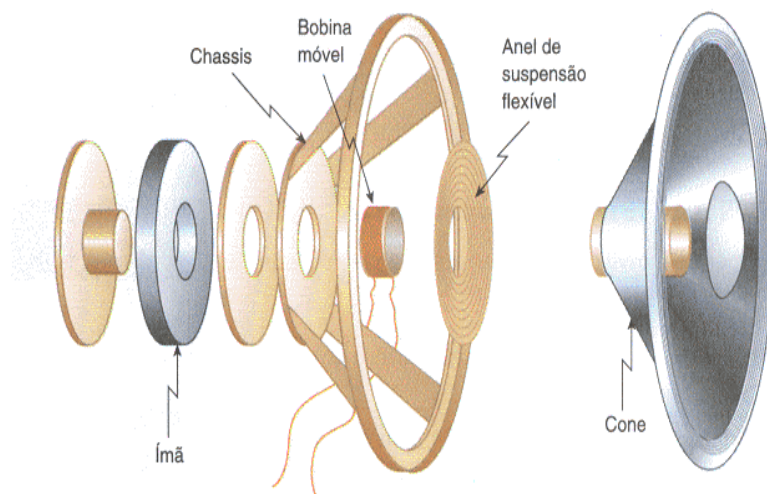


Figura 3.22. Altifalante

Quando os sinais eléctricos provenientes do amplificador passam pela bobina, produzem nela um campo magnético que varia de acordo com as vibrações de sinais. Como a bobina está sob a influência magnética do íman, ela passa a vibrar, fazendo vibrar também o cone. A vibração transmite-se ao ar, sob a forma de ondas sonoras. Assim, o som produzido pelo altifalante nada mais é do que a turbulência ritmada do ar provocada pela vibração do diafragma.

Actividade 9.1

Objectivos

- Entender o funcionamento de um altifalante.
- Identificar que a corrente eléctrica gera um campo magnético em redor da bobina.
- Identificar que o som só se propaga devido ao movimento vibratório da matéria.

Material necessário

- Bobina
- leitor de CD ou mp3
- amplificador áudio
- copo plástico com dois ímans no fundo

Procedimento

1. Ligue em série o leitor de CD ao amplificador e à bobina (utilizamos o amplificador pois a corrente eléctrica proveniente do leitor de CD é muito fraca para fazer vibrar o copo de plástico).
2. Coloque os ímans no fundo do copo e aproxime-o da bobina.



Figura 3.23. Montagem experimental da actividade transmissão do som por indução magnética (1)

Síntese explicativa:

Quando os sinais eléctricos provenientes do amplificador passam pela bobina, produzem nela um campo magnético que varia de acordo com as vibrações de sinais.

O íman no fundo do copo sofre acção de forças magnéticas e ao vibrar transmite essa vibração ao copo, dando origem às ondas sonoras no ar, que são transmitidas ao ouvido.

No entanto, para as pequenas correntes usadas nos casos habituais, o campo magnético produzido pelas bobinas é muito fraco. Há uma maneira de o reforçar, introduzindo uma peça de ferro maciço no interior da bobina. A grande maioria dos altifalantes tem como elemento central um electroíman, ou seja, uma bobina com núcleo de ferro.

Actividade 9.2

Objectivos

- Identificar que a corrente eléctrica gera um campo magnético em redor da bobina.

Material necessário

- bobinas
- leitor de CD ou mp3
- amplificador
- colunas de um computador

Procedimento

1. Ligue em série o leitor de CD ao amplificador e à bobina.
2. Ligue a outra bobina às colunas de um computador.
3. Aproxime uma bobina da outra.
4. Coloque uma bobina sobre a outra (altere a orientação da bobina superior horizontal/vertical).
5. Observe o sucedido.

6. Coloque entre as bobinas um núcleo de ferro.
7. Observe o sucedido.

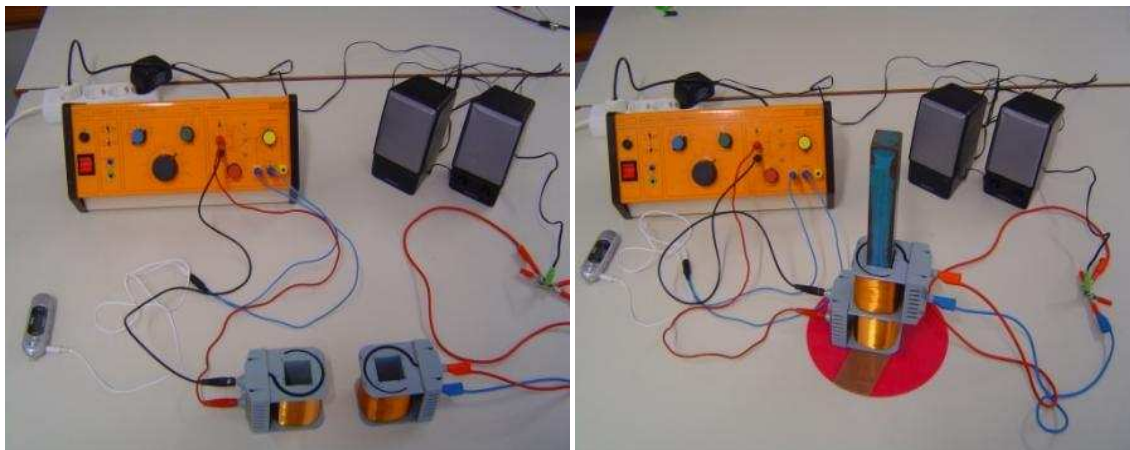


Figura 3.24. Montagem experimental da actividade transmissão do som por indução magnética (2)

Síntese explicativa

Quando os sinais eléctricos provenientes do amplificador passam pela 1ª bobina produzem nela um campo magnético que varia de acordo com as vibrações dos sinais recebidos. Esse campo magnético variável induz na segunda bobina acoplada uma força electromotriz induzida, responsável pela corrente eléctrica que chegará até aos altifalantes da caixa de som, dando origem às ondas sonoras no ar, que são transmitidas ao ouvido. Para que o campo magnético variável possa induzir na segunda bobina uma força electromotriz induzida é necessário ter em atenção a orientação relativa das duas bobinas pois estas não podem estar perpendiculares, uma vez que o fluxo magnético depende: da intensidade do campo magnético, da área atravessada pelo campo magnético e do ângulo que o campo magnético faz com a segunda bobina.

Capítulo IV – Pmate no ensino da Física

4.1. Pmate

O Pmate (Projecto Matemática Ensino) da Universidade de Aveiro, desenvolve desde 1990 uma Plataforma de Ensino Assistido por computador, disponível apenas na internet, <http://pmate.ua.pt>, abrangendo vários graus de Ensino, desde o Básico ao Superior, embora com diferentes níveis de envolvimento.

Tem como objectivo envolver todos os intervenientes no processo de ensino aprendizagem, não pretendendo nunca excluir o professor, funcionando sim como complemento inserido no âmbito da Educação, podendo ser utilizado dentro ou fora da sala de aula. Pretende deste modo construir uma interface entre a Universidade de Aveiro e a Rede Escolar.

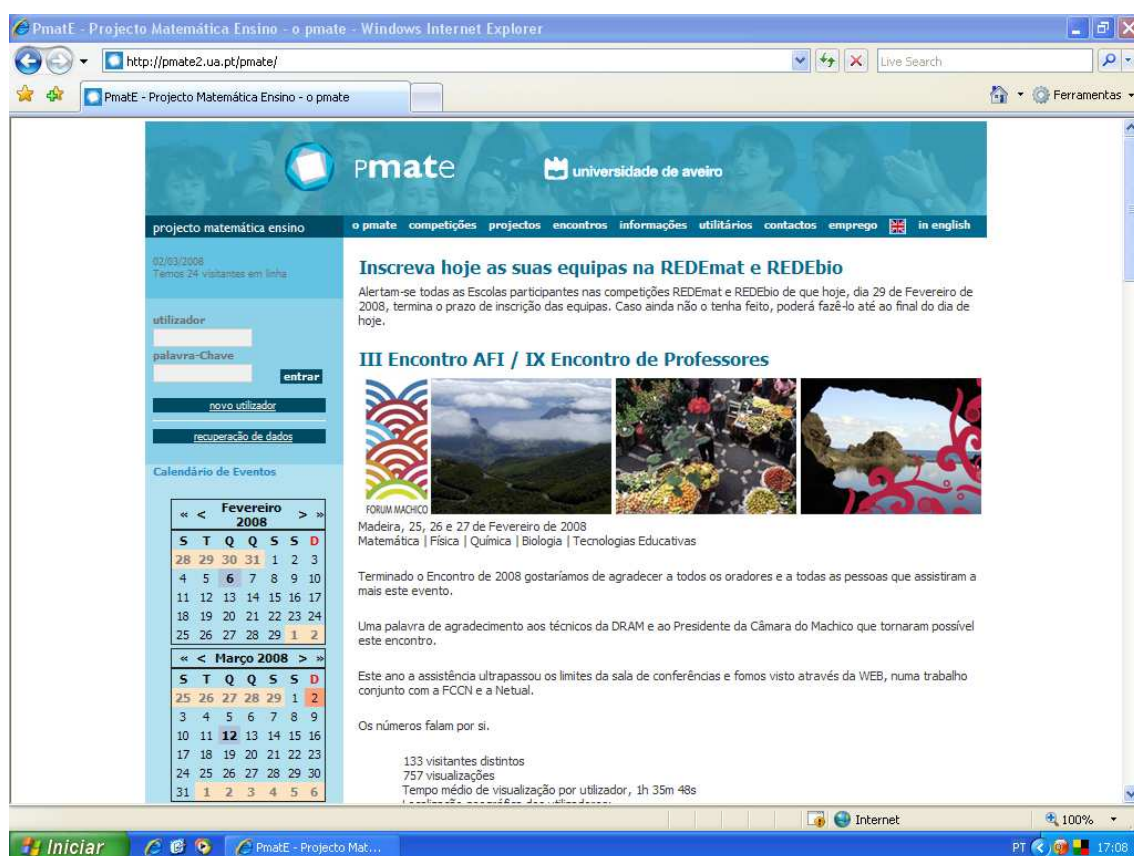


Figura 4.1. Página de entrada do sítio do Pmate

Os programas que têm sido desenvolvidos quer no modo de competição, quer no modo formativo (diagnóstico ou de treino), são instrumentos de apoio à avaliação, à aprendizagem e ao ensino. Têm como objectivo básico e transversal o aumento ou a criação do gosto por diversas áreas do Saber, tais como a Matemática, a Física, a Biologia e o Português.

As diversas matérias são sujeitas a um trabalho de modelação levado a cabo por equipas integrando elementos do Pmate e professores dos correspondentes graus de Ensino. A área da Física foi desenvolvida pelas professoras Ana Carla Jerónimo Alves e Isabel Maria Barreiros de Castro Chaves sob a orientação científica do Professor Doutor Manuel Almeida Valente e do Professor Doutor Luís Manuel Cadillon Martins Costa.

Os modelos são a peça fundamental do *software* que é desenvolvido tanto do ponto de vista científico e didáctico como do ponto de vista informático. Um modelo é um gerador de questões sobre um certo tema escolhido à partida, obedecendo a uma determinada classificação, classificação por objectivos científico didácticos (de ensino e aprendizagem) e por níveis de dificuldade.

São então os modelos que podem ser organizados em forma de competição ou sistema de avaliação. As questões geradas são do tipo verdadeiro-falso generalizado e o sistema contém vários mecanismos, uns internos, outros externos, para minimizar a influência da resposta à sorte.

Os testes associados a cada questão têm objectivos próprios, testam conceitos, aplicações básicas desses mesmos conceitos e, quando possível, interpretações gráficas. Esta tripla abordagem aumenta a compreensão de um mesmo conceito.

Os produtos produzidos e disponibilizados pelo Pmate não têm, por opção, um carácter tutorial; pretendem ser instrumentos de apoio ao ensino, à aprendizagem e à avaliação.

Dada a aleatoriedade dos modelos e a grande flexibilidade de uma plataforma de ensino assistido, conferem aos produtos características multi-uso:

- para o aluno: auto-diagnóstico (em qualquer momento), treino (reavivar e/ou consolidar conhecimentos) e aprofundamento dos conhecimentos;
- para o professor: avaliação diagnóstica (individual ou de grupo), avaliação formativa, avaliação sumativa (parcial), fornecimento inesgotável de material para as aulas ou para trabalhos de casa.

O processamento imediato da informação faculta a alunos e professores uma visão sempre actualizada do perfil de cada aluno e da turma no que respeita ao domínio de certos objectivos e competências, no entanto o professor deve garantir por outros meios que os alunos adquirem competências de exposição oral e escrita dos raciocínios associados aos problemas/exercícios propostos.

No modo de competição o projecto tem iniciativas distintas para os vários níveis de ensino. O Pmate realiza todos os anos na Universidade de Aveiro, normalmente em finais de Abril início de Maio as competições para todos os alunos do ensino básico ao secundário. Nas escolas são formadas equipas constituídas por dois alunos e pretende-se que realizem a prova correctamente no mais breve período de tempo possível. Todos os anos se deslocam á universidade de Aveiro cerca de 15 mil alunos oriundos de todo o país para a realização das competições do Pmate.

As competições organizadas pelo Pmate e dedicadas à disciplina de Matemática são as seguintes:

- MINImat – destinada a alunos dos 3º e 4º anos de escolaridade;
- MAISmat – para os alunos dos 5º e 6º anos de escolaridade;
- EQUAMat – direccionada aos alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico;
- mat12 – para os alunos do 12º ano de escolaridade;

O modo de competição pode fornecer ao professor um excelente meio para despertar o interesse pelo estudo da Física. Quando bem utilizado, promove atitudes colaborativas com colegas e de consulta frequente ao professor. No ano de 2007 a biologia também fez parte das competições do Pmate, o ano de 2008 foi o ano inaugural das competições de Física, fis12, e destinou-se apenas a alunos do 12º ano de escolaridade. Um dos segredos para o sucesso educativo é a motivação dos alunos, daí se terem criado estes desafios que pretendem atrair cada vez mais alunos para esta disciplina.

O fis12 realizou-se no dia 30 de Abril e na prova foram abordados os seguintes conteúdos de Física:

Mecânica da partícula

- Cinemática dinâmica da partícula em movimentos a mais de uma dimensão
- Movimentos sob acção de uma força resultante constante
- Movimentos de corpos sujeitos a ligações
- Movimentos oscilatórios
- Centro de massa e movimento linear de um sistema de partículas
- Mecânica de fluidos
- Hidrostática
- Gravitação

Electromagnetismo

- Campo e potencial eléctrico
- Lei de Coulomb e campo eléctrico
- Energia e potencial eléctricos
- Circuitos eléctricos
- Corrente eléctrica
- Trocas de energia num circuito eléctrico
- Equações dos circuitos eléctricos
- Acção de campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes

4.2. Modelos geradores de questões

Conceito de modelo gerador de questões

A plataforma desenvolvida pelo Pmate não contempla páginas com exposição de conteúdos Físicos, mas sim provas para testar os conhecimentos dos alunos. Estas provas podem ser de vários géneros conforme os objectivos para elas definidas. O aspecto diferenciador destas é que são constituídas por agrupamentos de modelos geradores de questões.

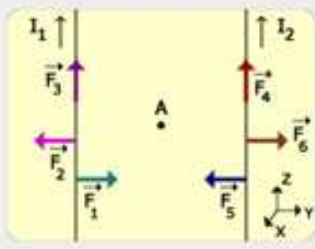
Os modelos geradores de questões são constituídos por um texto, que pode ser fixo, mas que geralmente contém expressões e variáveis escolhidas aleatoriamente num certo universo e de um número variável de opções de resposta, cujo valor lógico é verdadeiro ou falso. Quando um modelo é executado, quatro opções de resposta parametrizadas são aleatoriamente seleccionadas assim como os diferentes parâmetros associados a essas opções de resposta. Desta forma, um único modelo gerador de questões pode originar um grande número de questões similares, apesar de diferentes.

De facto não há verdadeiramente “opções de resposta”. Cada questão consta de um texto comum e de quatro afirmações, que designadas, para simplificar, por “respostas”, constituindo quatro proposições distintas. Em rigor, cada modelo é um gerador de proposições, ou quatro “respostas”.

Os modelos geradores de questões elaborados são agrupados por temas numa base de dados e são-lhes associadas classificações por graus de dificuldade e por objectivos. Relacionado com a base de dados está um programa de análise de dados, que irá permitir obter informações acerca da forma como os alunos respondem às questões que resultam da concretização dos modelos. Este conjunto, formado pela base de dados e pelo programa de análise de dados, é o que constitui o Sistema de Avaliação e Aprendizagem por Computador.

As duas figuras que se seguem representam duas concretizações do mesmo modelo: dois utilizadores usando simultaneamente o mesmo modelo têm questões formalmente equivalentes, mas distintas.

Dois fios paralelos muito longos, encontrando-se à distância 3 cm um do outro, são percorridos por corrente eléctrica contínua com o sentido indicado na figura e intensidade igual a 3 A .



A força magnética que o fio 1 exerce sobre o fio 2 pode ser representada pelo vector \vec{F}_5 .

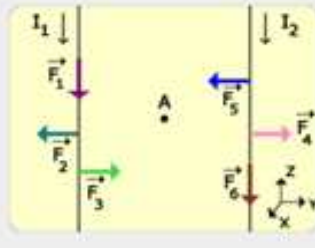
Quando dois condutores paralelos são percorridos por uma corrente eléctrica verifica-se que se as correntes tiverem o mesmo sentido os condutores repelem-se.

Num ponto A, equidistante dos dois fios, o campo magnético tem o sentido negativo segundo o eixo xx.

Se $I_2 = 2I_1$, a intensidade da força que o fio 1 exerce sobre o fio 2 é igual à intensidade da força que o fio 2 exerce sobre o 1.

Figura 4.2. Concretização do modelo1656

Dois fios paralelos muito longos, encontrando-se à distância 4 cm um do outro, são percorridos por corrente eléctrica contínua com o sentido indicado na figura e intensidade igual a 3 A .



A força magnética que o fio 2 exerce sobre o fio 1 pode ser representada pelo vector \vec{F}_6 .

Se $I_1 = 2I_2$, a intensidade da força que o fio 1 exerce sobre o fio 2 é o dobro da intensidade da força que o fio 2 exerce sobre o 1.

Num ponto A, equidistante dos dois fios, o campo magnético tem o sentido positivo segundo o eixo xx.

Quando dois condutores paralelos são percorridos por uma corrente eléctrica verifica-se que se as correntes tiverem sentidos contrários os condutores repelem-se.

Figura 4.3. Concretização do modelo1656

Este modelo cujo número de identificação é o 1656 é um instrumento de apoio ao processo ensino-aprendizagem e pretende testar os seguintes objectivos:

- Identificar um campo magnético como a grandeza que se manifesta através da acção que exerce correntes eléctricas.
- Reconhecer que um campo magnético tem a sua origem em correntes eléctricas.
- Identificar a 3ª lei de Newton.
- Identificar os efeitos da força magnética associada ao campo magnético criado por uma corrente eléctrica.

Caracterização de um modelo

Um modelo gerador de questões, é constituído por vários campos que fornecem toda a informação, quer ao futuro utilizador quer ao programador. Os vários campos que o constituem são os seguintes:

Identificação do modelo

O primeiro campo, *identificação do modelo*, caracteriza e identifica o modelo no que respeita ao seu conteúdo, objectivos, ciclo de ensino a que se destina e nível de dificuldade. Da identificação do modelo consta o seu ID, ou seja, o seu número identificador: um código que lhe é atribuído ao ser inserido na base de dados no início do processo de programação.

Actualmente, o Pmate desenvolve modelos em diversas áreas do saber: Matemática, Física, Biologia, Português..., daí que seja conveniente distinguir modelos que estejam numa ou noutra área, designada por área científica.

Do campo Identificação do Modelo constam os seguintes itens:

Área: Indica a área científica de um modelo.

Tema: Cada área é dividida em temas, usualmente não demasiado alargados, para que a sua utilização possa ser facilmente adaptada aos vários fins a que se destina

Sub-tema: Neste item figura uma indicação sobre o conceito-base para a elaboração do modelo.

Objectivo principal (OP): Objectivo cognitivo dominante do modelo.

Objectivo secundário (OS): Objectivo relacionado com o (OP), mas mais específico.

Ciclo de ensino: Este campo identifica o ciclo de ensino em que o modelo se insere de 1 a 5, indicando 1 o primeiro ciclo do ensino básico e 5 o ensino superior.

Nível de Dificuldade: Esta indicação é muito importante para o uso adequado do modelo. Sobre um mesmo conceito é nosso objectivo elaborar modelos de vários níveis de dificuldade (de 1 a 5), para estimular todo o tipo de utilizadores: do menos motivado ao mais motivado.

Informação adicional sobre o modelo: Este campo destina-se a uma descrição muito sucinta dos objectivos do modelo, fornecendo alguma indicação mais precisa que não conste dos campos anteriores

Tipo de modelo: Actualmente existe a possibilidade de construção de modelos com componente gráfica (usando o sistema de visualização gráfica SVG). Essa indicação é fundamental, quer para o programador quer para o utilizador, daí que conste do campo *identificação do modelo*.

Objectivos das respostas

As respostas são elaboradas com base no(s) conceito(s) em avaliação, nos erros mais frequentemente cometidos pelos alunos quando esse conceito não está devidamente apreendido, eventualmente em alguns pré-requisitos inerentes a esse mesmo conceito e tendo em conta de um modo geral, certos objectivos específicos.

Domínio de parâmetros

Designamos por *domínio de parâmetros* tudo o que é susceptível de ser escolhido aleatoriamente, num certo domínio. Os parâmetros podem ser números, expressões, sinais, etc. Neste campo introduzem-se essencialmente os parâmetros numéricos e os conjuntos onde eles podem assumir valores (o seu domínio), sendo escolhidos adequadamente, do ponto de vista matemático e educacional.

Este campo ajuda a aumentar a aleatoriedade por um lado e inibir a saída de duas respostas idênticas numa mesma questão.

Texto

O modelo propriamente dito, é descrito nos campos que se seguem: Texto, Respostas e Validação. O texto consta, em geral, de um conjunto de palavras e/ou expressões, matemáticas ou de linguagem, geradas aleatoriamente ou não, que em cada concretização do modelo é comum às quatro respostas.

Respostas

Cada resposta R é composta por palavras e/ou expressões matemáticas geradas aleatoriamente nos respectivos domínios, que, conjuntamente com o texto, terá um atribuído lógico, Verdadeiro ou Falso, dependendo dos parâmetros gerados.

Observe-se que o conjunto texto mais respostas pode conduzir a um elevado número de concretizações.

Validação

A validação consiste em indicar em que condições a resposta se torna verdadeira. Estas condições dependem dos parâmetros, dos sinais e das expressões geradas.

4.3. Exemplo de um modelo

Consideremos o modelo responsável pelas concretizações apresentadas nas figuras 4.2 e 4.3 e cujo ID é 1656, deste modelo fazem parte 4 possíveis respostas.

Na tabela 4.1 consta a identificação do modelo e na tabela 4.2, os objectivos das respostas.

Identificação do Modelo

Área	A(22) Ensino Superior / Física
Id do modelo	1656
Objectivo Secundário	OS(2730) Campo magnético
Informação adicional	
Tipo de Modelo	4 - Texto com MathML alinhado à esquerda e SVG alinhado à direita, respostas com MathML
Ciclo de Ensino	5
Nível de Dificuldade	2

Tabela 4.1. Identificação do modelo 1656

Objectivos das Respostas

R_1		OM(6868) Princípio de sobreposição	
		OM(6869) Campo magnético	
R_2		OM(6867) Força magnética	
R_3		OM(6867) Força magnética	
R_4		OM(6869) Campo magnético	

Tabela 4.2. Objectivos das respostas do modelo 1656

Neste modelo vamos ter o seguinte domínio de parâmetros, apresentado na figura 4.4 e o seguinte texto, apresentado na figura 4.5:

$f \in \{1, 2, 3, 4\}$ $f=1 \Rightarrow \text{Figura1}$ $f=2 \Rightarrow \text{Figura2}$ $f=3 \Rightarrow \text{Figura3}$ $f=4 \Rightarrow \text{Figura4}$ $i = \{2, 0; 3, 0; 4, 0; 5, 0\}$ $r = \{1, 0; 2, 0; 3, 0; 4, 0\}$
--

Figura 4.4. Domínio de parâmetros do modelo 1656

Texto

<p>Dois fios paralelos muito longos, encontrando-se à distância r cm um do outro, são percorridos por corrente eléctrica contínua com o sentido indicado na figura e intensidade igual a i A.</p> <p>gerar figura1 ou figura2 ou figura3 ou figura4</p>

Figura 4.5. Texto do Modelo 1656

Neste modelo, no texto o valor da distância entre os fios (parâmetro r) e a intensidade de corrente (parâmetro i) pode tomar qualquer valor do intervalo descrito na figura 4.4. As figuras que podem surgir no texto são 4 e aparecem aleatoriamente.

Quando se gera o modelo podem ser criados diferentes textos iniciais como mostra a seguinte figura 4.6.

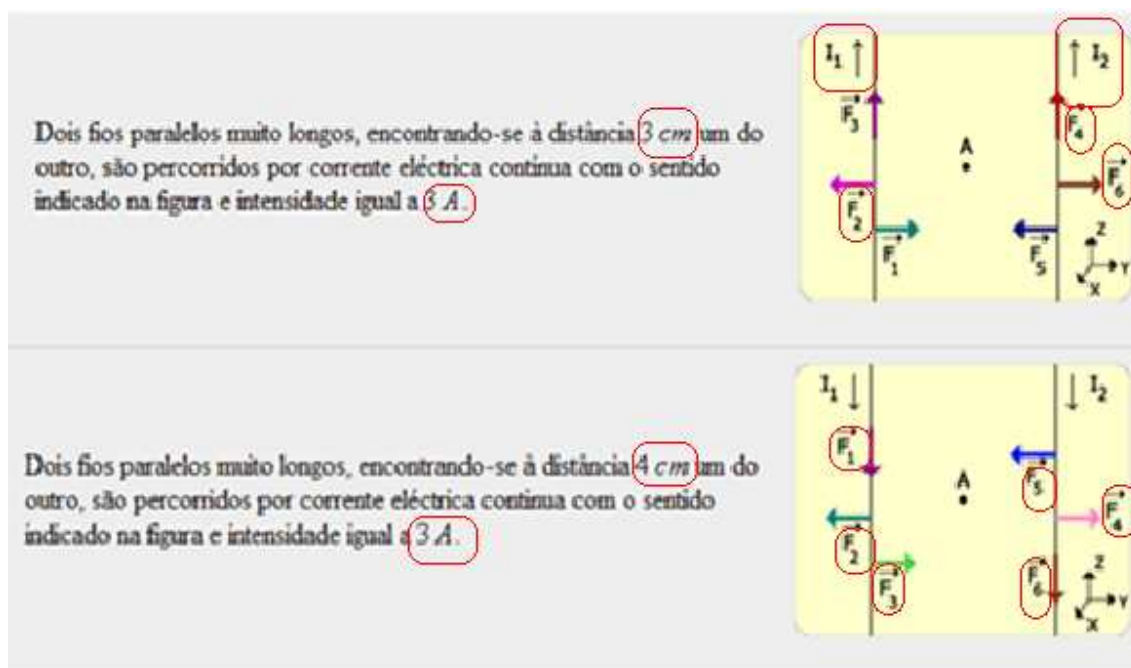


Figura 4.6. Texto introdutório do modelo 1656

Neste modelo temos quatro respostas, cada uma delas com várias possíveis concretizações. Na resposta 1 são geradas aleatoriamente 5 respostas possíveis, evidenciadas na figura 4.7. Na tabela dessa figura estão em evidência os casos possíveis de resposta, cada um deles identificado por um código Cxy. Em que, por exemplo, o código C_{11} se concretiza em: “é igual a zero”

R1	Num ponto A, equidistante dos			
	dois fios, o campo magnético			
	é igual a zero			C_{11}
	tem o sentido negativo segundo o eixo xx			C_{12}
	tem o sentido positivo segundo o eixo xx			C_{13}
	tem o sentido positivo segundo o eixo zz			C_{14}
	tem o sentido negativo segundo o eixo yy			C_{15}

Figura.4.7. Resposta 1 do Modelo 1656

A figura 4.8 é exemplo disso pois temos duas concretizações do mesmo modelo e a resposta 1 é diferente nas duas.

Num ponto A, equidistante dos dois fios, o campo magnético tem o sentido positivo segundo o eixo xx.	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
Num ponto A, equidistante dos dois fios, o campo magnético tem o sentido negativo segundo o eixo xx.	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F

Figura 4.8. Duas concretizações da resposta 1 do modelo 1656

Como existem alguns parâmetros diferentes e diferentes possibilidades de resposta estas só são verdadeiras se respeitarem determinadas condições.

A resposta 1 deste modelo só é verdadeira se respeitar as seguintes condições:

$$\begin{aligned}
 &C_{11} \wedge (f=1 \vee f=3) \\
 &\vee \\
 &(C_{12} \wedge f=2) \\
 &\vee \\
 &(C_{13} \wedge f=4)
 \end{aligned}$$

Pelas condições impostas a resposta será verdadeira sempre que aleatoriamente for gerada:

- figura 1 ou 3 com a caixa de texto C_{11} da R1
- figura 2 e a caixa de texto C_{12} da R1
- figura 4 e a caixa de texto C_{13} da R1

Estas são as condições necessárias e suficientes para a resposta R1 ser verdadeira.

A resposta será falsa sempre que aleatoriamente for gerada:

- figura 1 ou 3 com a caixa C_{12} , C_{13} , C_{14} ou C_{15}
- figura 2 com a caixa C_{11} , C_{13} , C_{14} ou C_{15}
- figura 4 com a caixa C_{11} , C_{12} , C_{14} ou C_{15}

Os modelos são criados de forma a que o conjunto das quatro respostas tenham número igual de casos possíveis verdadeiros e falsos de forma a não viciar as respostas.

4.4. Modelos de Magnetismo

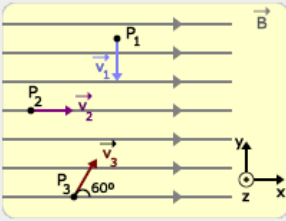
O Pmate tem ao dispor de qualquer pessoa mediante um registo (que é vitalício) vários instrumentos de apoio ao ensino da Física.

As imagens 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12 são concretizações de alguns modelos que existem na área do magnetismo.

O modelo concretizado nas figuras 4.9 e 4.10 pretende testar os seguintes objectivos:

- Caracterizar a força magnética que actua sobre uma carga eléctrica móvel num campo magnético uniforme.
- Reconhecer que a força magnética que actua sobre uma carga eléctrica, ao contrário da força eléctrica, depende do movimento dessa carga.
- Justificar os tipos de movimentos de uma carga eléctrica móvel num campo magnético uniforme.
- Reconhecer a acção combinada de um campo eléctrico e magnético sobre uma carga eléctrica móvel.
- Caracterizar a força que actua sobre uma carga eléctrica móvel sob a acção conjunta de um campo eléctrico uniforme e um campo magnético uniforme através da Lei de Lorentz.

Suponha que três electrões, P_1 , P_2 e P_3 , entram numa região em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B} , com intensidade igual a $0,3\text{ T}$. As três partículas movem-se com velocidade inicial de módulo $v_1 = v_2 = v_3 = 2,0 \times 10^6\text{ m/s}$ (carga do protão = $1,602 \times 10^{-19}\text{ C}$).



A partícula P_2 segue uma trajectória rectilínea.

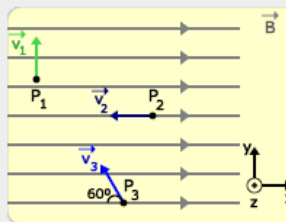
Para que a partícula P_1 não sofra desvio na sua trajectória pode-se sobrepor ao campo magnético \vec{B} um campo eléctrico \vec{E} , em que: $\vec{E} = -E \vec{e}_z$.

A força magnética que actua na partícula P_2 é igual a $8,32 \times 10^{-14} \vec{e}_z\text{ (N)}$.

A força magnética que actua na partícula P_1 tem o sentido negativo do eixo dos zz .

Figura 4.9. Uma concretização do modelo 1579

Suponha que três electrões, P_1 , P_2 e P_3 , entram numa região em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B} , com intensidade igual a $0,1\text{ T}$. As três partículas movem-se com velocidade inicial de módulo $v_1 = v_2 = v_3 = 4,0 \times 10^6\text{ m/s}$ (carga do protão = $1,602 \times 10^{-19}\text{ C}$).



A força magnética que actua na partícula P_3 tem o sentido positivo do eixo dos zz .

Para que a partícula P_1 não sofra desvio na sua trajectória pode-se sobrepor ao campo magnético \vec{B} um campo eléctrico \vec{E} , em que: $\vec{E} = -E \vec{e}_z$.

A partícula P_1 segue uma trajectória rectilínea.

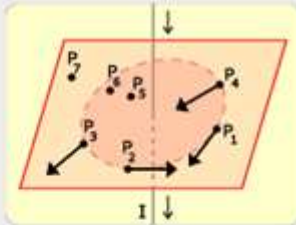
A força magnética que actua na partícula P_1 é igual a $-6,41 \times 10^{-14} \vec{e}_z\text{ (N)}$.

Figura 4.10 Uma concretização do modelo 1579

O modelo concretizado nas figuras 4.11 e 4.12 pretende testar os seguintes objectivos:

- Reconhecer que um campo magnético tem a sua origem em correntes eléctricas.
- Identificar que existe uma relação entre a electricidade com o magnetismo.
- Identificar que o campo magnético gerado pela corrente é perpendicular à direcção do fio.
- Reconhecer quem descobriu que as correntes eléctricas também podem produzir campos magnéticos.

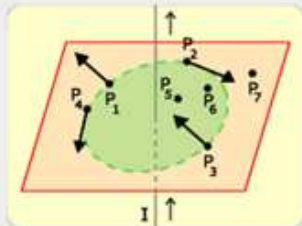
Na figura está representado um fio condutor rectilíneo muito longo, percorrido por uma corrente eléctrica continua no sentido indicado.



Este condutor longo cria na sua vizinhança um campo magnético cujo valor é independente do meio onde a força magnética actua.	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
Foi André-Marie Ampère que descobriu que uma corrente eléctrica tem um efeito magnético.	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
O vector campo magnético, correctamente representado na figura, tem origem no ponto P_3 .	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
Se for colocada uma agulha magnética próxima do fio condutor, esta vai rodar para uma nova posição de equilíbrio. A inclinação da agulha relativamente ao fio no ponto P_5 é igual à do ponto P_7 .	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F

Figura 4.11. Uma concretização do modelo 1660

Na figura está representado um fio condutor rectilíneo muito longo, percorrido por uma corrente eléctrica continua no sentido indicado.



Este condutor longo cria na sua vizinhança um campo magnético cujo valor é independente do meio onde a força magnética actua.	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
Foi Hans Oersted que descobriu que uma corrente eléctrica tem um efeito magnético.	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
O vector campo magnético, correctamente representado na figura, tem origem no ponto P_3 .	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F
Se for colocada uma agulha magnética próxima do fio condutor, esta vai rodar para uma nova posição de equilíbrio. A inclinação da agulha relativamente ao fio no ponto P_5 é menor do que a do ponto P_6 .	<input type="radio"/> V <input type="radio"/> F

Figura 4.12. Uma concretização do modelo 1660

Como já foi referido atrás, o projecto está ancorado numa plataforma de ensino assistido por computador. O facto de ser uma plataforma disponibilizada na Internet permite a sua utilização na sala de aula, mas também fora desse espaço. Por exemplo, o professor pode desenvolver testes específicos para os seus alunos, a serem acedidos em casa.

Após o registo do professor este pode utilizar os modelos disponibilizados pelo Pmate para a criação de provas que podem ser:

- provas corridas;
- provas por níveis.

As provas corridas são provas em que o aluno visualiza a prova toda e vai respondendo às questões aleatoriamente.

As provas por níveis são apresentadas numa versão tipo jogo, com um cronómetro em contagem decrescente e com vários níveis (cada nível corresponde a uma pergunta) e algumas hipóteses de resposta em cada nível, (“vidas”), numa “filosofia” muito similar às dos jogos de computadores. O tempo do jogo, número de níveis e hipóteses são definidos por quem faz a prova.

Ao terminar a realização de uma prova (corrida ou por níveis) o aluno tem acesso ao resultado obtido e é-lhe indicado qual ou quais as perguntas em que errou mas não existe “Ajuda”, no sentido de lhe dizer porque errou. O projecto também não contempla páginas com exposição de conteúdos Físicos. Pretende-se que o aluno procure a informação (utilizando para tal o manual ou manuais, o caderno diário, ou outros recursos), fale com os colegas ou com o professor para esclarecer o motivo do erro, pelo que se pode afirmar que é valorizado o empenho do aluno na sua própria aprendizagem.

Para os professores, este projecto apresenta uma vertente bastante interessante pois possibilita a criação de testes específicos para os seus alunos. Estes testes só são acessíveis aos alunos do professor que os elaborou e podem ser de vários tipos: testes diagnóstico, testes formativos ou testes sumativos. A grande vantagem para o professor é que os testes são corrigidos de forma automática pelo sistema (as perguntas são do tipo Verdadeiro ou Falso) e, apesar de abordarem os mesmos conteúdos, cada aluno tem uma versão diferente. A avaliação realizada pelo sistema é, genericamente, quantitativa. No entanto, o tipo de informações que o sistema disponibiliza acerca da prestações dos alunos vai muito mais além do que uma mera classificação: para além da classificação que o aluno teve numa determinada prova é também possível analisar a sua prestação em cada um dos conteúdos incluídos na prova. Esta avaliação – a avaliação por objectivos – permite ao professor obter informação acerca da forma como se está a processar a aprendizagem dos diversos conteúdos/objectivos.

Este tipo de utilização, em que o professor constrói as provas para os seus alunos e em que pode aceder aos resultados por eles obtidos, seja a classificação o mais importante, ou o desempenho a nível dos diferentes objectivos considerados na prova, é que faz com que este projecto constitua uma ferramenta informática de apoio à aprendizagem, ao ensino e à avaliação da Física.

Capítulo V – Validação dos recursos didácticos

5.1. Introdução

Com o objectivo de introduzir o estudo do magnetismo no ensino secundário, foram apresentados alguns recursos didácticos nos capítulos anteriores. Para verificarmos a validade destes recursos foi recolhida a opinião de outros professores de Física através de um Workshop.

Surgiu a ideia da realização de um Workshop uma vez que a professora/investigadora não se encontrava a leccionar no nível secundário tornando-se assim impossível a validação em contexto de sala de aula.

Neste capítulo iremos descrever como se planeou e realizou o Workshop (secção 5.2) e quais foram as opiniões dos professores avaliadores em relação aos recursos didácticos (secção 5.3) e a forma como se realizou o Workshop (secção 5.4)

5.2. Workshop

O Workshop foi realizado dia 29 de Março de 2008, no departamento de Física da universidade de Aveiro e decorreu conforme o programa que se encontra em anexo (anexo II).

Para que esse evento pudesse alcançar os nossos objectivos teve de ser planeado em todos os pormenores necessários a sua realização nomeadamente, local, público-alvo, metodologia a aplicar e recursos a apresentar e validar.

Optou-se por convidar alguns professores de Física e Química, foi enviado por email (no início de Fevereiro) um panfleto (anexo I) para algumas escolas, antigos colegas de curso e colegas do primeiro ano do mestrado em Ensino de Física.

Os professores convidados para analisar os recursos didácticos teriam que possuir conhecimento:

- científico sobre o magnetismo;
- dos actuais programas de Física do 11º e 12º anos de escolaridade;
- do que é o ensino segundo uma perspectiva CTSA.

Terminado o prazo de inscrição (20 de Março) recebemos 10 respostas de professores interessados em participar no Workshop.

Professores avaliadores

No início do Workshop foi distribuído um questionário que se encontra em anexo (anexo II) para podermos proceder a identificação dos participantes.

No referido questionário foram solicitadas as seguintes informações:

- Idade (questão 1)
- Formação académica (questão 2)
- Formação profissional (questão 3)
- Tempo de serviço (questão 4)
- Nível de ensino que lecciona (questão 5)
- Conhecimentos dos programas (questão 6)
- Conhecimento do ensino segundo uma perspectiva CTSA (questão 7)

Após a análise destes questionários retiramos as seguintes informações, representadas de forma esquemática através dos seguintes gráficos:

Questão 1

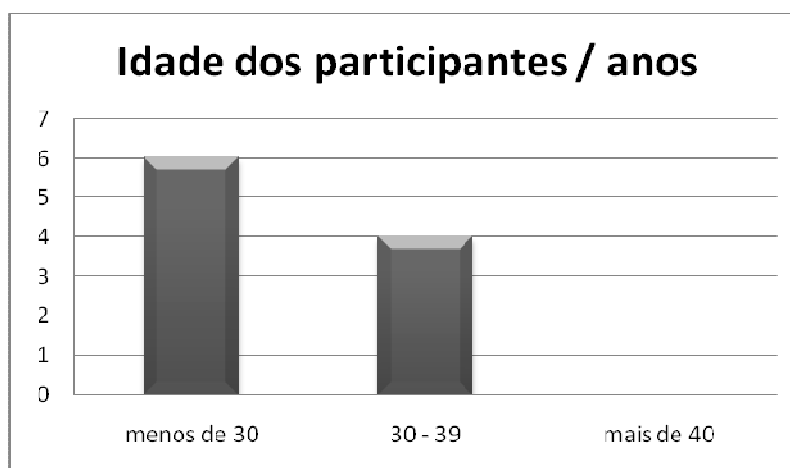


Figura 5.1. Gráfico representativo das idades dos participantes

Questão 2

Todos os participantes são professores profissionalizados de Física e Química.

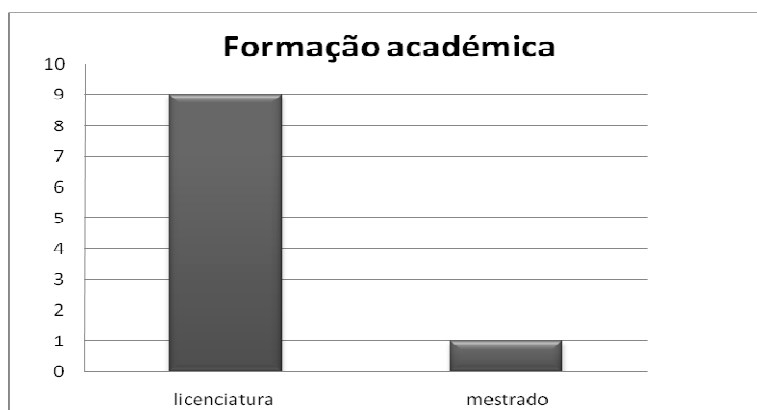


Figura 5.2. Gráfico representativo da formação académica dos participantes

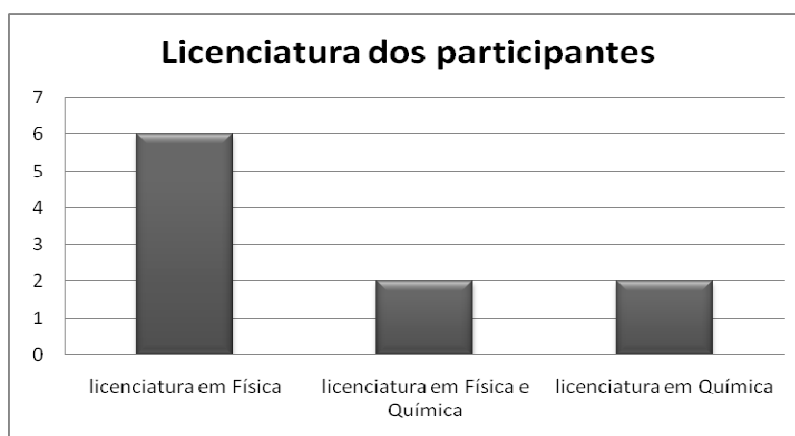


Figura 5.3. Gráfico representativo da licenciatura dos participantes

Questão 3



Figura 5.4. Gráfico representativo da formação profissional dos participantes

Questão 4

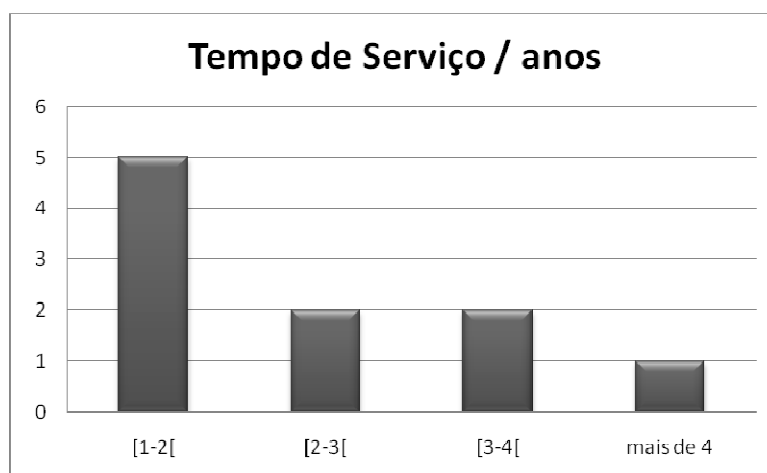


Figura 5.5. Gráfico representativo do tempo de serviço dos participantes

Questão 5

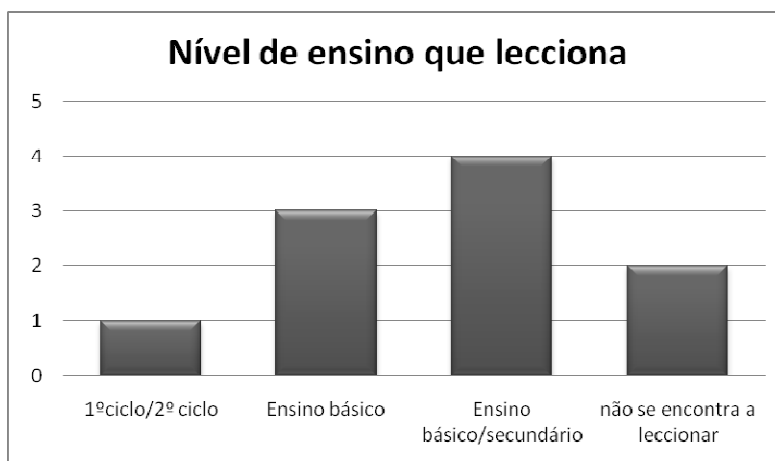


Figura 5.6. Gráfico representativo do nível de ensino que os participantes se encontram a leccionar

Questão 6

Todos os professores participantes no evento conhecem bem os programas do ensino secundário das disciplinas de Física e Química A do 11º ano de escolaridade e Física de 12º ano de escolaridade.

Questão 7

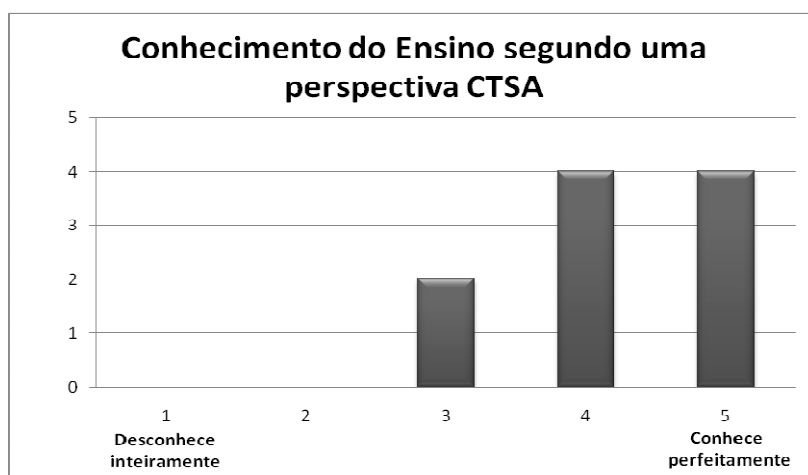


Figura 5.7. Gráfico representativo do grau de conhecimento do Ensino segundo uma perspectiva CTSA dos participantes

Plano de trabalho do Workshop

O Workshop decorreu segundo o plano previamente estabelecido, teve início às 9 horas e 30 minutos e terminou às 13 horas e 30 minutos.

Iniciou-se com uma pequena recepção dos professores participantes e com o preenchimento das respectivas fichas de identificação.

A dinamizadora procedeu à exposição do assunto sobre o qual se debruça a sua dissertação e o que está na base da realização do Workshop. Nessa exposição foi ainda referida a importância de uma educação em ciências com orientação CTSA e foi apresentado o Pmate como uma plataforma de ensino assistido por computador, as suas potencialidades e o que este poderia oferecer para melhorar as práticas lectivas dos professores de Física.

Os participantes puderam testar todos os recursos didáticos, tinham à sua disposição os materiais inerentes a cada actividade laboratorial dispostos sobre uma bancada e o respectivo protocolo, dispunham de três computadores com ligação à internet para poderem testar as actividades complementares a algumas actividades laboratoriais e as potencialidades do Pmate.

Para a realização destes trabalhos os professores participantes formaram 3 grupos: dois grupos de 3 pessoas e um grupo de 4 pessoas.

Após a realização de todas as actividades por todos os grupos, foi entregue a cada um dos grupos uma ficha de avaliação das actividades (anexo IV) por cada actividade. Foram então entregues, a cada grupo, 10 fichas de avaliação das actividades, 9 para as actividades laboratoriais e uma para avaliar os modelos do Pmate. Estas fichas pretendem avaliar os recursos didácticos apresentados.

Para terminar o evento foi entregue uma ficha de avaliação do Workshop (anexo V) para recolher a opinião dos participantes sobre a forma como este decorreu.

5.3. Avaliação dos recursos didácticos

Através da ficha de avaliação das actividades foram recolhidas as opiniões dos professores participantes sobre os recursos didácticos apresentados.

A ficha de avaliação das actividades encontra em anexo (anexo IV) é constituída por 2 partes. A primeira parte é constituída por uma grelha com parâmetros construída para conhecer a opinião dos professores participantes relativamente a aspectos específicos e à pertinência das actividades. Os parâmetros da ficha de avaliação das actividades estão na tabela 5.1 e podem ser classificados de um a cinco (nada 1, ... e muito 5).

A segunda parte desta ficha é constituída por três questões de resposta aberta que pretendem conhecer a opinião dos professores avaliadores relativamente a:

- aspectos relacionados com a adequabilidade das actividades em relação aos actuais programas de Física do ensino secundário;
- exequibilidade das actividades;
- aspectos positivos e negativos das actividades.

Parâmetros da ficha de avaliação das Actividades
a) É realizável pelos alunos. Com grau variável de participação no seu desempenho e execução;
b) Requer a utilização de materiais específicos, mas facilmente adquiridos pelos professores;
c) Pode ocorrer em espaços diferentes da aula;
d) Envolve riscos devido a manipulação do material;
e) Estimula a aprendizagem;
f) Favorece o desenvolvimento de uma atitude crítica;
g) Constitui um contexto propício e estimulante de aprendizagem (envolve os alunos nas actividades propostas);
h) Considera adequada a actividade complementar proposta;
i) Considera os modelos do Pmate uma forma de auto-diagnóstico para o aluno;
j) Considera os modelos do Pmate uma forma de reavivar e/ou consolidar conhecimentos;
k) Considera os modelos do Pmate uma forma de aprofundamento dos conhecimentos;
l) Considera os modelos do Pmate uma forma de avaliação (diagnóstico/formativa/sumativa);

Tabela 5.1: Parâmetros da ficha de avaliação das Actividades

De seguida iremos apresentar as opiniões dos professores avaliadores, recolhidas da primeira parte da ficha de avaliação das actividades relativamente aos recursos didácticos apresentados, sobre a forma de gráficos.

Actividade 1

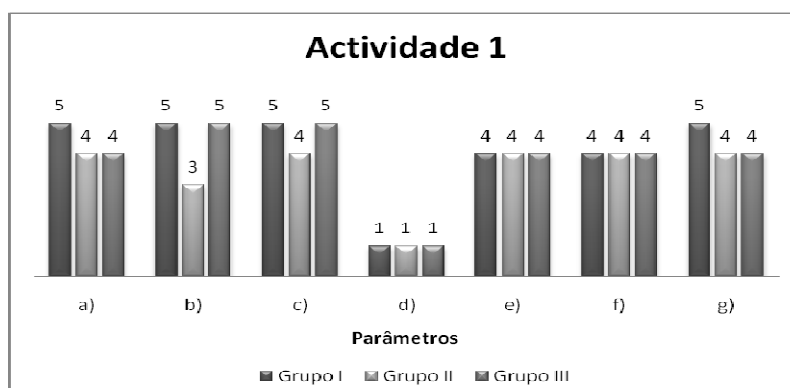


Figura 5.8. Gráfico de avaliação da actividade 1

Pela análise do gráfico da figura 5.8 verificamos que na actividade 1 (Materiais magnéticos e não magnéticos) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos, a excepção do parâmetro b) onde se verifica uma pequena divergência criada pelo grupo II.

Actividade 2

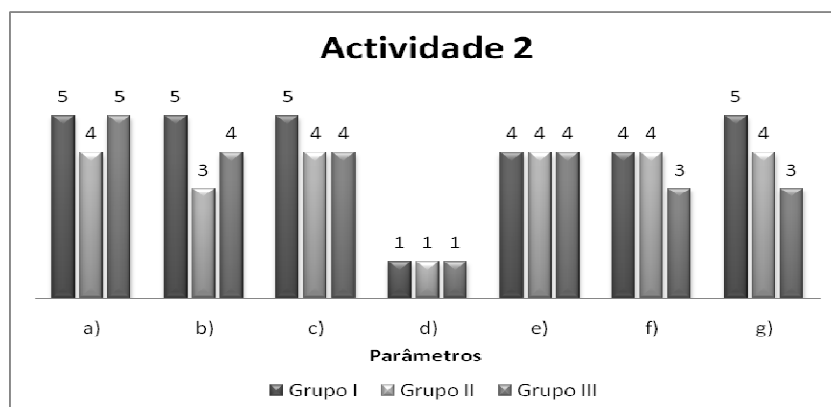


Figura 5.9. Gráfico de avaliação da actividade 2

Pela análise do gráfico da figura 5.9 verificamos que na actividade 2 (Pólos do íman) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos. Nos parâmetros b) e g) verificam-se quantificações dispares, estas opiniões diferentes podem ser causadas por experiências profissionais diferentes. Por exemplo o parâmetro b) avalia se a actividade requer a utilização de materiais específicos, mas facilmente adquiridos pelos professores, no meu ponto de vista os materiais que esta actividade requer são facilmente adquiridos pelo professor, mas podem existir professores que sintam dificuldade em aceder aos materiais referidos.

Actividade 3

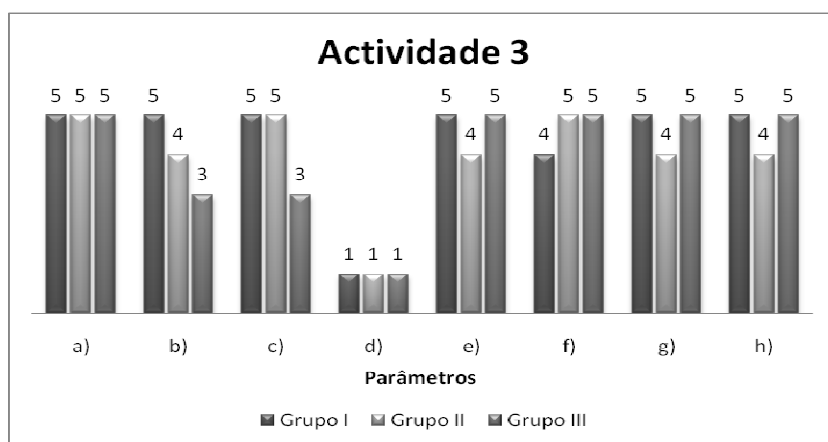


Figura 5.10. Gráfico de avaliação da actividade 3

Pela análise do gráfico da figura 5.10 verificamos que na actividade 3 (Linhas de campo magnético) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos à excepção do parâmetro c) do grupo III que considera que esta actividade pode ocorrer, mas com alguma dificuldade em espaços diferentes da sala de aula.

Actividade 4

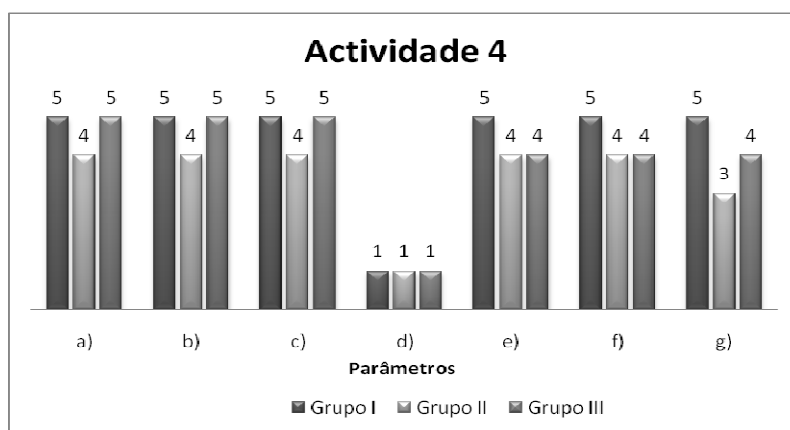


Figura 5.11. Gráfico de avaliação da actividade 4

Pela análise do gráfico da figura 5.11 verificamos que na actividade 4 (Íman artificial) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos à excepção do parâmetro g) que foi quantificado de forma diferente pelo grupo II.

Actividade 5

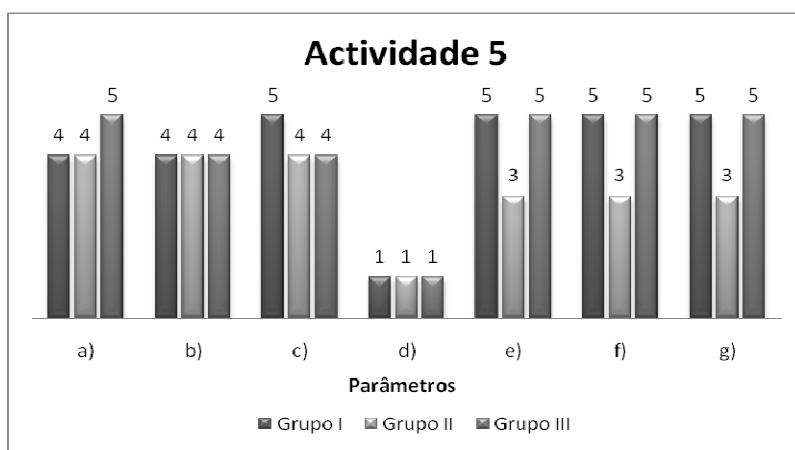


Figura 5.12. Gráfico de avaliação da actividade 5

Pela análise do gráfico da figura 5.12 verificamos que na avaliação da actividade 5 (Campo magnético terrestre) os parâmetros a), b), c) e d) foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos, e os restantes parâmetros foram apenas quantificados de forma semelhante pelos grupos I e III.

Actividade 6

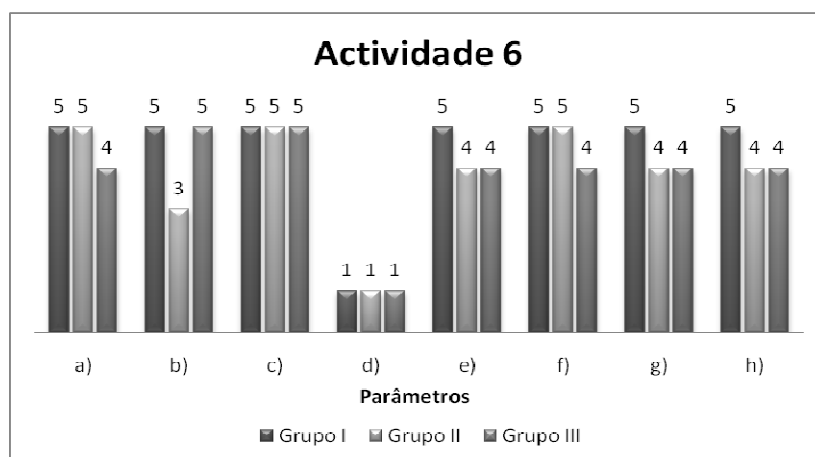


Figura 5.13. Gráfico de avaliação da actividade 6

Pela análise do gráfico da figura 5.13 verificamos que na actividade 6 (Experiência de Oersted) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos à excepção do parâmetro b) do grupo II que considera que esta actividade pode requerer materiais específicos, mas facilmente adquiridos pelo professor.

Actividade 7

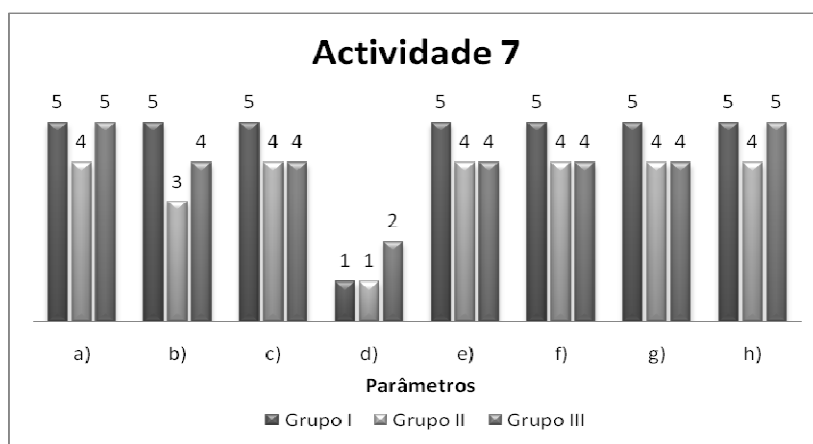


Figura 5.14. Gráfico de avaliação da actividade 7

Pela análise do gráfico da figura 5.14 verificamos que na actividade 7 (Correntes de Foucault) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos à excepção do parâmetro b).

Actividade 8

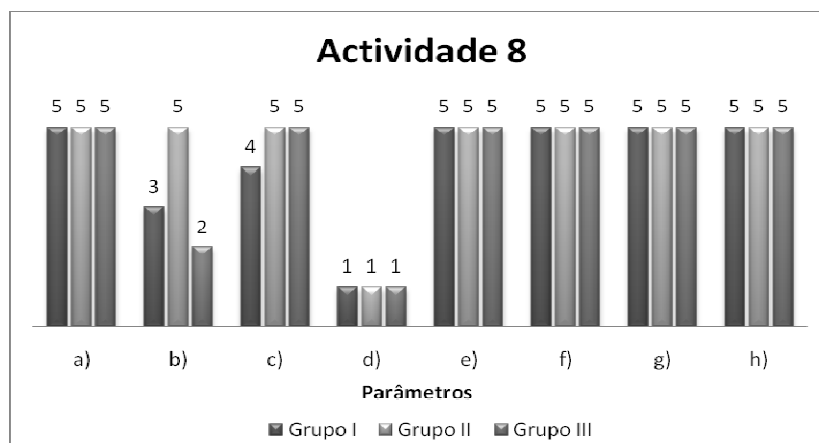


Figura 5.15. Gráfico de avaliação da actividade 8

Pela análise do gráfico da figura 5.15 verificamos que na actividade 8 (Força magnética) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos à excepção do parâmetro b) que foi quantificado de forma diferente pelos três grupos.

Actividade 9

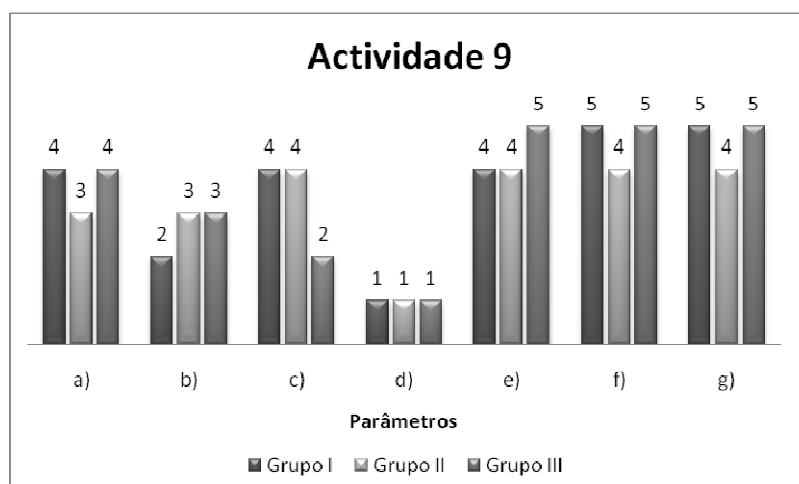


Figura 5.16. Gráfico de avaliação da actividade 9

Pela análise do gráfico da figura 5.16 verificamos que na actividade 9 (Transmissão do som por indução magnética) os parâmetros que a avaliam foram quantificados de forma semelhante pelos três grupos, a excepção do parâmetro c).

Pela análise das opiniões dos professores avaliadores em relação as actividades laboratoriais concluímos que de uma forma geral todas:

- podem ser realizadas pelo aluno;
- o professor pode facilmente adquirir o material necessário e específico inerente a experiência;
- não envolvem riscos devido a manipulação do material;
- estimulam a aprendizagem;
- favorecem o desenvolvimento de uma atitude crítica;
- constituem um contexto propício e estimulante de aprendizagem.

Pmate

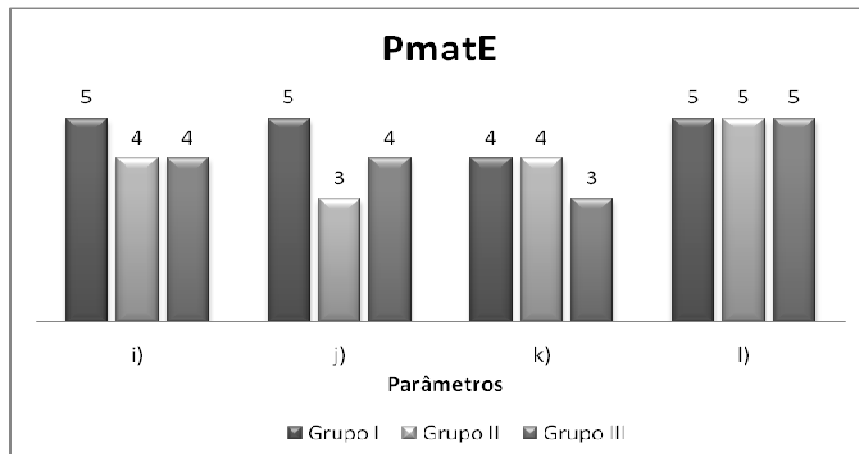


Figura 5.17. Gráfico de avaliação dos recursos fornecidos pelo Pmate

Pela análise do gráfico da figura 5.17 verificamos que a plataforma de ensino assistido por computador (Pmate) pode ser considerada:

- uma boa forma de auto-diagnóstico para o aluno,
- uma boa forma de reavivar e/ou consolidar conhecimentos,
- uma boa forma de avaliação (diagnóstico/formativa/sumativa),
- uma boa forma de aprofundamento dos conhecimentos.

A segunda parte da ficha de avaliação das actividades é constituída por três questões de resposta aberta:

Questão 1. Exponha a sua opinião acerca da adequabilidade das actividades propostas para a abordagem do tema “Comunicação” (do actual programa de Física 11º ano de escolaridade) ou do tema “Acção dos campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes” (do actual programa de Física 12º ano de escolaridade).

Questão 2. Exponha a sua opinião sobre a exequibilidade das actividades propostas, tendo em conta:

- grau de dificuldade de execução;
- adequação ao nível etário;
- clareza do protocolo;
- meios materiais envolvidos (custo, disponibilidade,...)

Questão 3. Indique alguns aspectos positivos e negativos das actividades propostas.

De seguida iremos apresentar as opiniões dos professores avaliadores, recolhidas na segunda parte da ficha de avaliação das actividades relativamente aos recursos didácticos apresentados, sobre a forma de tabela.

A tabela 5.2 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente às actividades 1, 2 e 3.

	Questão 1
Grupo I	Estas três actividades são adequadas aos actuais programas e facilitam o contacto com os conteúdos a leccionar.
Grupo II	Poderão ser realizadas em ambos os anos de escolaridade de modo a comprovar os conhecimentos adquiridos previamente.
Grupo III	As actividades são adequadas pois permitem avaliar os pré-requisitos dos alunos.
	Questão 2
Grupo I	Utiliza materiais do dia-a-dia e de baixo custo, é adequada ao nível etário em questão e os protocolos apresentam bastante clareza.
Grupo II	Materiais de baixo custo e disponíveis a qualquer pessoa.
Grupo III	Actividades de fácil execução, adequada no diagnóstico dos pré-requisitos, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de fácil aquisição.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e o negativo que poderá apresentar será o desinteresse por parte do aluno, se já tiver realizado esta actividade anteriormente.
Grupo II	Aspecto positivo: fácil execução; aspecto negativo: pode causar um desinteresse por parte dos alunos.
Grupo III	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere qualquer aspecto negativo.

Tabela 5.2: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente às actividades 1, 2 e 3

Pela análise da tabela 5.2 podemos concluir que os professores avaliadores consideram as actividades 1, 2 e 3 adequadas aos níveis de ensino em questão e ao nível etário dos alunos. Houve dois grupos de professores que consideram as actividades uma forma para diagnosticar os conhecimentos que os alunos possuem. Todos os grupos consideram que as actividades apresentam um baixo grau de dificuldade, utilizam material facilmente adquirido pelo professor e o seu protocolo apresenta bastante

clareza. Dois grupos consideram que estas actividades podem apresentar algum desinteresse por parte dos alunos, se estes já as estiverem realizado anteriormente.

A tabela 5.3 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 4.

	Questão 1
Grupo I	Esta actividade é completamente adequada ao actual programa do 11º ano de escolaridade.
Grupo II	Esta actividade é adequada ao actual programa do 11º ano de escolaridade.
Grupo III	A actividade é bastante adequada.
	Questão 2
Grupo I	Execução fácil, adequa-se ao nível etário, o protocolo é explícito e os materiais envolvidos são facilmente obtidos no dia-a-dia e de baixo custo.
Grupo II	O grau de dificuldade é baixo, adequa-se ao nível etário, o protocolo é claro e os materiais envolvidos são de baixo custo.
Grupo III	Actividades de fácil execução, é adequada ao nível etário, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de fácil aquisição.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo II	Aspecto positivo: fácil execução e observação clara dos objectivos a que a actividade se propõem. Aspecto negativo: recomenda-se alguma atenção relativamente as pilhas.
Grupo III	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere qualquer aspecto negativo.

Tabela 5.3: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 4

Pela análise da tabela 5.3 podemos concluir que os professores avaliadores consideram a actividade 4 adequada ao actual programa do 11º ano de escolaridade. A actividade adequa-se ao nível etário dos alunos e apresenta um baixo grau de dificuldade na sua execução. O protocolo apresentado é claro e os materiais utilizados na actividade são de baixo custo e facilmente adquiridos.

A tabela 5.4 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 5.

	Questão 1
Grupo I	Esta actividade é completamente adequada ao actual programa do 12º ano de escolaridade no entanto também se pode realizar no 11º ano para fazer uma alusão como incentivo aos alunos.
Grupo II	Esta actividade é adequada ao actual programa do 12º ano de escolaridade.
Grupo III	A actividade é bastante adequada.
	Questão 2
Grupo I	Execução fácil, adequa-se ao nível etário, o protocolo é explícito e os materiais envolvidos são facilmente obtidos no dia-a-dia e de baixo custo.
Grupo II	O grau de dificuldade é baixo, adequa-se ao nível etário, o protocolo é claro e os materiais envolvidos são de baixo custo.
Grupo III	Actividades de fácil execução, e adequada ao nível etário, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de fácil aquisição.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo II	Aspecto positivo: mostra conceitos abstractos como o do campo magnético terrestre.
Grupo III	Aspectos positivos: existem poucas actividades de baixo custo como esta relacionada com o campo magnético terrestre.

Tabela 5.4: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 5

Pela análise da tabela 5.4 podemos concluir que os professores avaliadores consideram a actividade 5 adequada ao actual programa do 12º ano de escolaridade. A actividade adequa-se ao nível etário dos alunos e apresenta um baixo grau de dificuldade na sua execução. O protocolo apresentado é claro e os materiais utilizados na actividade são de baixo custo e facilmente adquiridos.

A tabela 5.5 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 6.

	Questão 1
Grupo I	Esta actividade é completamente adequada aos dois níveis de escolaridade. Em relação ao 11º ano é uma das actividades recomendadas.
Grupo II	Esta actividade é contemplada no actual programa do 11º ano de escolaridade e no 12º poderá ser utilizada em jeito de revisão.
Grupo III	A actividade é bastante adequada.
	Questão 2
Grupo I	Execução considera-se fácil, adequa-se ao nível etário, o protocolo é explícito e os materiais envolvidos são facilmente obtidos no dia-a-dia e de baixo custo.
Grupo II	O grau de dificuldade é baixo, adequa-se ao nível etário, o protocolo é claro e os materiais envolvidos são de baixo custo.
Grupo III	Actividades de fácil execução, e adequada ao nível etário, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de fácil aquisição.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo II	Aspecto positivo: permite efectuar uma abordagem histórica ao tema.
Grupo III	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.

Tabela 5.5: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 6

Pela análise da tabela 5.5 podemos concluir que os professores avaliadores consideram a actividade 6 adequada ao actual programa do 11º e 12º ano de escolaridade. A actividade adequa-se ao nível etário dos alunos e apresenta um baixo grau de dificuldade na sua execução. O protocolo apresentado é claro e os materiais utilizados na actividade são de baixo custo e facilmente adquiridos. Foi referido ainda que esta actividade permite efectuar uma abordagem histórica ao tema em estudo.

A tabela 5.6 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 7.

	Questão 1
Grupo I	Esta actividade pode ser um complemento aos actuais programas de 11º e 12º ano de escolaridade, uma vez que contempla o conceito de indução.
Grupo II	Poderá ser utilizada como complemento caso haja tempo para a realizar.
Grupo III	As actividades são adequadas e motivadoras no entanto a parte respeitante às correntes de Foucault poderá ser utilizada como uma actividade complementar para estimular o interesse e a curiosidade dos alunos.
	Questão 2
Grupo I	Execução considera-se fácil, adequa-se ao nível etário, o protocolo é explícito e os materiais envolvidos são facilmente obtidos no dia-a-dia e de baixo custo.
Grupo II	O grau de dificuldade é baixo, adequa-se ao nível etário, o protocolo é claro e os materiais envolvidos são de baixo custo.
Grupo III	Actividades de fácil execução, e adequada ao nível etário, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de fácil aquisição.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo II	Aspecto positivo: permite estimular o interesse do aluno.
Grupo III	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.

Tabela 5.6: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 7

Pela análise da tabela 5.6 podemos concluir que os professores avaliadores consideram a actividade 7 uma actividade que permite estimular o interesse dos alunos. A actividade adequa-se ao nível etário dos alunos e apresenta um baixo grau de dificuldade na sua execução. O protocolo apresentado é claro e os materiais na actividade são de baixo custo e facilmente adquiridos.

A tabela 5.7 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 8.

	Questão 1
Grupo I	Esta actividade enquadra-se no programa do 12º ano de escolaridade e reveste-se de grande interesse.
Grupo II	Esta actividade poderá ser muito adequada para ilustrar o conceito de indução electromagnética em ambos os anos de escolaridade.
Grupo III	As actividades são bastante adequadas e motivadoras para alunos do 11º e 12º ano de escolaridade.
	Questão 2
Grupo I	O protocolo é claro, adequa-se ao nível etário, requer alguma agilidade por parte dos alunos e os materiais envolvidos são facilmente adquiridos.
Grupo II	O grau de dificuldade é baixo, adequa-se ao nível etário, o protocolo é claro e os materiais envolvidos são de baixo custo.
Grupo III	Actividades de fácil execução, e adequada ao nível etário, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de fácil aquisição.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo II	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo III	Aspectos positivos: as actividades são muito motivadoras e com grande interesse. Não refere aspectos negativos.

Tabela 5.7: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 8

Pela análise da tabela 5.7 podemos concluir que os professores avaliadores consideram a actividade 8 uma actividade bastante adequada aos programas do ensino secundário em estudo. A actividade adequa-se ao nível etário dos alunos, o seu protocolo é claro e os materiais envolvidos são de baixo custo e facilmente adquiridos. Relativamente ao grau de dificuldade de execução da actividade existem dois grupos que consideram a actividade com um baixo grau de dificuldade no entanto existe um grupo (grupo I) que considera que a actividade requer alguma agilidade por parte dos alunos.

A tabela 5.8 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 9.

	Questão 1
Grupo I	Esta actividade é adequada aos actuais programas de 11º ano de escolaridade, uma vez que é parte integrante de programa o estudo do funcionamento do altifalante.
Grupo II	Esta actividade é muito adequada aos actuais programas do 11º ano de escolaridade.
Grupo III	As actividades são bastante adequadas e motivadoras para alunos do 11º ano de escolaridade.
	Questão 2
Grupo I	Considera-se de fácil execução, adequa-se ao nível etário, o protocolo é explícito. A aquisição dos materiais envolvidos irá requerer por parte dos docentes um maior empenho de forma a encontrá-los.
Grupo II	O grau de dificuldade é baixo, adequa-se ao nível etário, o protocolo é claro.
Grupo III	Actividades de fácil execução, adequada ao nível etário, utiliza um protocolo muito claro e os materiais envolvidos são de aquisição acessível.
	Questão 3
Grupo I	Os aspectos positivos foram apresentados na questão 2 e não refere aspectos negativos.
Grupo II	Aspectos positivos: estimula muito o interesse dos alunos uma vez que envolve estímulos sensoriais (audição). Aspectos negativos: disponibilidade do material.
Grupo III	Aspectos positivos: a actividade é bastante interessante. Aspectos negativos: a aquisição do material poderá ser a principal dificuldade desta actividade.

Tabela 5.8: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente à actividade 9

Pela análise da tabela 5.8 podemos concluir que os professores avaliadores consideram a actividade 9 uma actividade bastante adequada aos programas do 11º ano de escolaridade. A actividade adequa-se ao nível etário dos alunos, é de fácil execução e o seu protocolo é claro. A aquisição dos materiais poderá ser o principal obstáculo à realização desta actividade uma vez que irá requerer por parte dos professores um maior empenho em adquiri-los.

A tabela 5.9 representa a síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente aos modelos disponibilizados pelo Pmate. Os modelos analisados pelos professores foram os modelos apresentados no capítulo III cujos ID's são: 1656, 1579 e 1660.

	Questão 1
Grupo I	Os modelos 1656, 1579 e 1660 podem ser utilizados com alunos do 12º ano de escolaridade, podendo o modelo 1660 também ser utilizado no 11º ano de escolaridade.
Grupo II	Todos os modelos se adequam ao 12º ano de escolaridade.
Grupo III	Os modelos são bastante adequados para alunos do 12º ano de escolaridade, podendo o modelo 1660 também ser utilizado por alunos do 11º ano de escolaridade.
	Questão 2
Grupo I	Os modelos são adequados ao nível etário dos alunos. A utilização desta plataforma no espaço da sala de aula esta condicionada ao material que a escola possui uma vez que requer a utilização de um computador com ligação à internet.
Grupo II	Os modelos são bastante adequados ao nível etário dos alunos. O material que requer é de fácil acesso.
Grupo III	Os modelos são bastante adequados ao nível etário dos alunos. O material que requer é de fácil acesso mesmo que a escola não tenha computadores com acesso à internet o aluno pode sempre utilizar o Pmate fora da escola.
	Questão 3
Grupo I	Aspectos positivos: forma diferente e inovadora de avaliação.
Grupo II	Aspectos positivos: estimula o interesse dos alunos uma vez que utiliza as TIC. Aspectos negativos: as respostas dos alunos são limitativas uma vez que só podem ser verdadeiras ou falsas.
Grupo III	O grupo não respondeu à questão.

Tabela 5.9: Síntese das opiniões dos professores avaliadores relativamente ao Pmate

Pela análise da tabela 5.9 podemos concluir que os professores avaliadores consideram os modelos disponibilizados pela plataforma de ensino assistido por computador, Pmate, bastante adequados aos programas do 11º e 12º ano de escolaridade. Os modelos estão adequados ao nível etário dos alunos. O material necessário á utilização desta plataforma não põe qualquer obstáculo à sua utilização, uma vez que é necessário apenas um computador ligado à internet e este pode ser acedido dentro ou fora da sala de aula. Um dos grupos de professores avaliadores considerou que as respostas às questões do Pmate são limitativas pois estas podem ser apenas do tipo verdadeiro ou falso.

Pela análise das opiniões dos professores avaliadores retiradas da segunda parte da ficha de avaliação das actividades concluímos que de uma forma geral todas as actividades:

- estão adequadas aos programas de Física do ensino secundário (11º e/ou 12º ano de escolaridade),
- apresentam baixo grau de dificuldade de execução;
- estão adequadas ao nível etário dos alunos a que se destinam,
- o protocolo é apresentado com clareza,
- os matérias envolvidos são de aquisição fácil e baixo custo.

5.4. Avaliação do Workshop

Para recolher as opiniões dos participantes do Workshop sobre a forma como decorreu o encontro foi entregue a cada participante uma ficha de avaliação do Workshop que se encontra em anexo (anexo V)

Após a análise destes questionários retiramos as seguintes informações, representadas de forma esquemática através dos seguintes gráficos:

Os parâmetros a), b), c), d), e) e f) foram classificados pelos participantes utilizando uma escala de classificação de um a cinco (mínimo 1 e máximo 5)

a) Interesse do Workshop

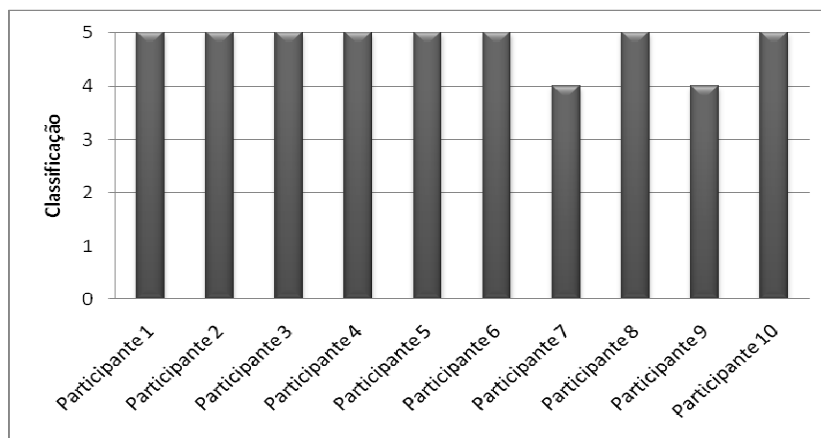


Figura 5.18. Gráfico de avaliação do interesse do Workshop

b) Tempo de realização do Workshop

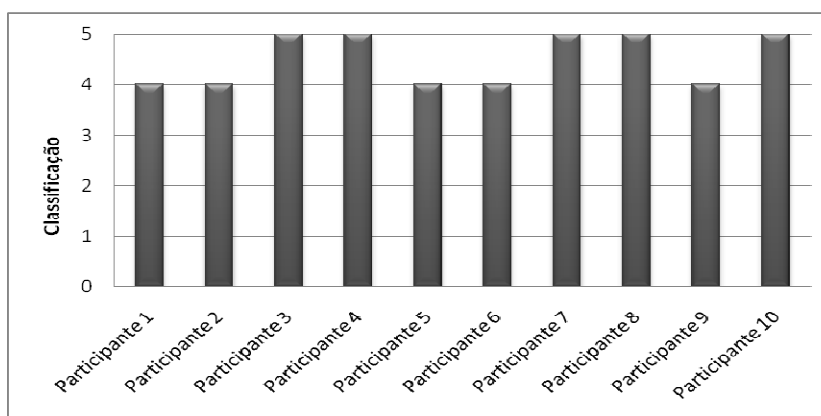


Figura 5.19. Gráfico de avaliação do tempo de realização do Workshop

c) Houve oportunidade de adquirir conhecimentos úteis para a sua actividade profissional

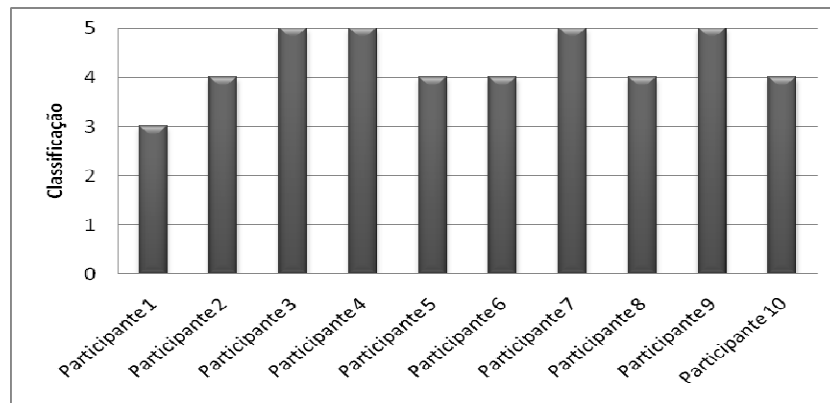


Figura 5.20. Gráfico que avalia se o Workshop proporcionou uma oportunidade para adquirir conhecimentos úteis para a actividade profissional

d) As actividades realizadas transmitem-lhe vontade de as executar nas aulas

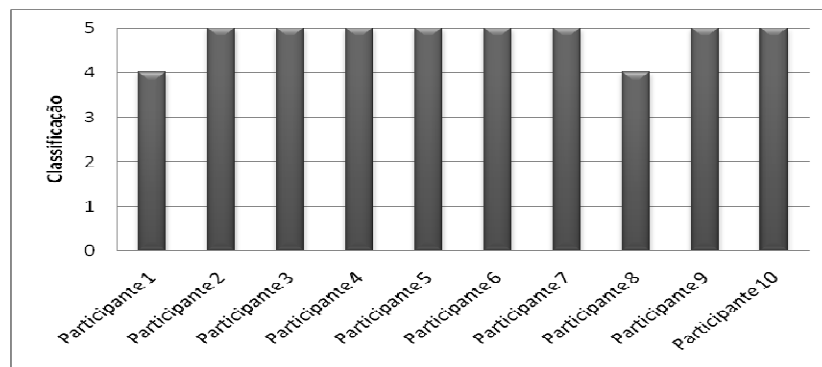


Figura 5.21. Gráfico que avalia a vontade de exercer as actividades realizadas nas aulas

e) Os objectivos do Workshop foram atingidos

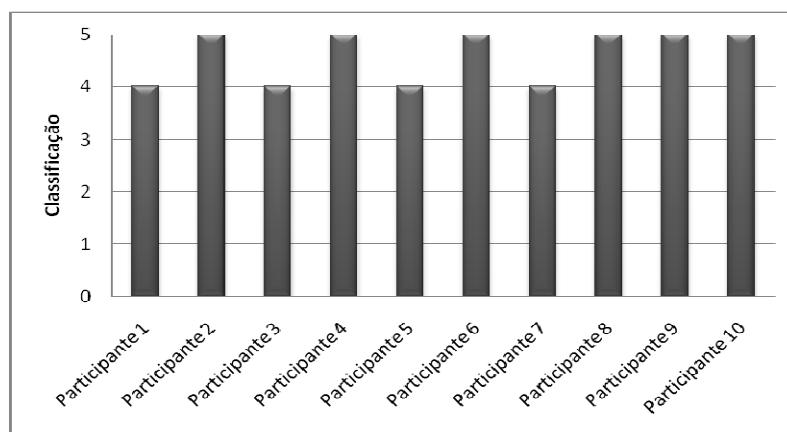


Figura 5.22. Gráfico que avalia se os objectivos do Workshop foram atingidos

f) Interesse dos assuntos abordados no Workshop para o ensino da Física no 11º e 12º ano de escolaridade.

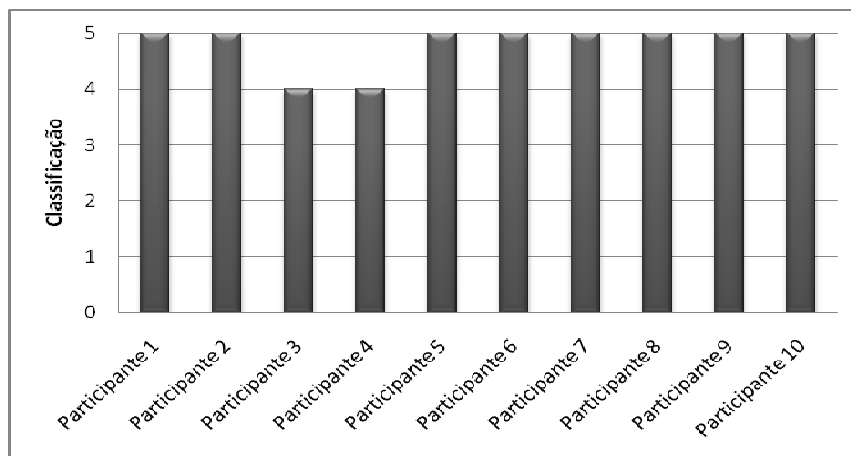


Figura 5.23. Gráfico que avalia o interesse dos assuntos abordados no Workshop para o ensino da Física no 11º e 12º ano de escolaridade.

Da análise dos gráficos anteriormente apresentados verifica-se que o Workshop teve uma avaliação bastante positiva uma vez que conseguiu ir ao encontro dos interesses dos participantes, os objectivos do Workshop foram atingidos e os participantes consideraram ter adquirido conhecimentos uteis para as suas actividades pedagógicas.

Os gráficos que se seguem representam as opiniões dos professores participantes nas questões 2 e 3 da ficha de avaliação do Workshop.

O Workshop deveria ter focado assuntos de natureza mais científico ou mais didáctico ou mais prático

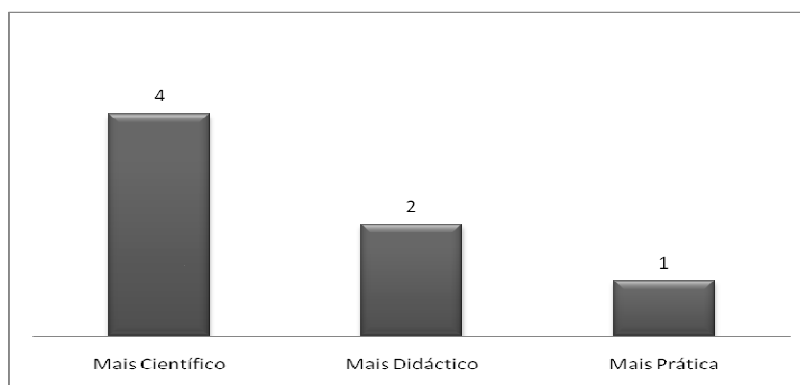


Figura 5.24. Gráfico que avalia se o workshop deveria ter focado assuntos de outra natureza

A figura 5.24 traduz as opiniões dos professores participantes relativamente à questão 2. Nesta questão houve 3 pessoas que não responderam, pois consideram que todos os aspectos foram focados no workshop. Houve 4 pessoas que consideraram que o Workshop deveria ter focado mais assuntos científicos, duas que consideram que deveriam ter sido assuntos mais didácticos e 1 considera que deveriam ser assuntos mais práticos.

Actividades que causaram maior interesse

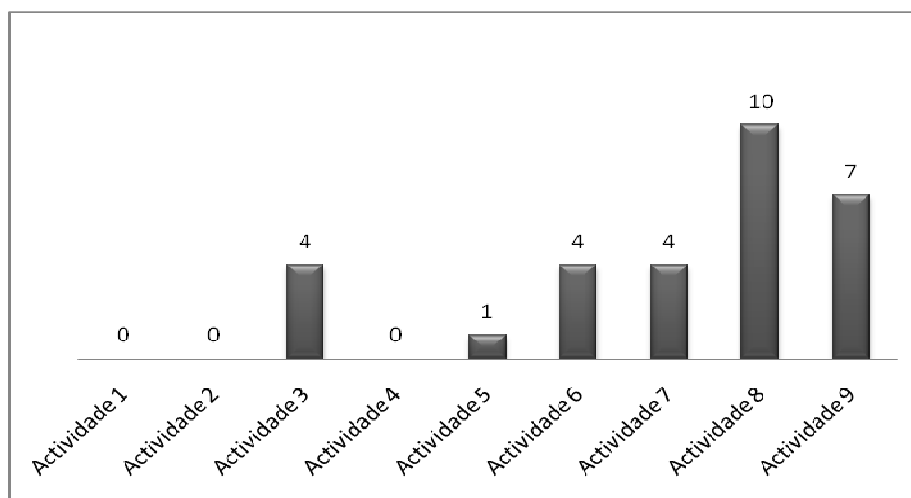


Figura 4.25. Gráfico que traduz quais as actividades que causaram mais interesse

A figura 5.25 traduz as opiniões dos professores participantes relativamente à questão 3. Pela análise do gráfico podemos concluir que as actividades que mais interesse causaram foram as actividades 8 e 9 tendo a actividade 9 despertado o interesse de todos os professores participantes.

Capítulo VI – Conclusão

Nas últimas décadas tem-se vindo a verificar uma mudança na Sociedade causada pelo desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, que contribuíram para que os programas escolares sofressem profundas alterações. Assim a ciência e a tecnologia, bem como as implicações que têm na sociedade, devem fazer parte de um ensino-aprendizagem para todos os alunos, pois cada vez mais os cidadãos são chamados a intervir e a tomar posições sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Este trabalho teve então como objectivo principal a construção de recursos didácticos com orientações CTSA no âmbito do ensino da Física.

Os recursos didácticos construídos apresentam alguma diversidade e variedade para que professores e alunos disponham de novas possibilidades no processo de ensino e aprendizagem. Alguns desses recursos foram construídos com base na experimentação e na contextualização do meio envolvente tendo em consideração que a Física, se encontra interligada ao mundo que nos rodeia, assim torna-se viável a sua contextualização no ensino contando à priori com a natural curiosidade e receptividade dos alunos. Os outros recursos foram construídos utilizando por base as novas tecnologias de informação e comunicação onde não se tem qualquer dúvida acerca do impacto positivo da sua utilização no ensino-aprendizagem. No entanto, o desafio prende-se com o melhor aproveitamento das características deste media: interactividade, precisão de operações, a capacidade de proporcionar apresentações dinâmicas e, principalmente, a capacidade de interagir de forma consistente e de forma personalizada em cada actividade.

Os recursos didácticos pretendem ir de encontro aos seguintes objectivos de ensino:

- Origens do campo magnético;
- Espectros de campos magnéticos produzidos por correntes e ímans;
- Acção de campos magnéticos sobre cargas em movimento;
- Indução electromagnética;
- Força electromotriz induzida;
- Campo magnético terrestre.

As actividades laboratoriais apresentadas no capítulo III envolvem material simples, do conhecimento do aluno e de fácil acesso para o professor. Para garantir a envolvimento do aluno, uma melhor compreensão e consolidação dos fenómenos físicos em estudo foram apresentadas actividades complementares a algumas actividades laboratoriais. Destas actividades fazem parte simulações interactivas e alguns vídeos pois estes instrumentos de apoio ao processo ensino-aprendizagem requerem que os alunos utilizem a sua imaginação na recreação de um acontecimento, ajudam a compreensão e dirigem a atenção, permitem a visualização de fenómenos físicos (microscópicos), facilitam a exploração de ideias e o questionamento e facilitam a interpretação dos fenómenos. Estas simulações e vídeos podem ainda ser utilizadas onde, por uma razão ou outra, o trabalho laboratorial não consegue ser recurso experimental útil.

No capítulo IV foi apresentada uma plataforma de ensino assistido, Pmate, que proporciona instrumentos de apoio à avaliação, à aprendizagem e ao ensino do magnetismo. Os modelos são a peça fundamental do *software* que é desenvolvido tanto do ponto de vista científico e didáctico como do ponto de vista informático. Um modelo é um gerador de questões sobre um certo tema escolhido à partida, obedecendo a uma determinada classificação, classificação por objectivos científico didácticos (de ensino e aprendizagem) e por níveis de dificuldade. São os modelos que fazem parte dos programas desenvolvidos pelo Pmate e podem ser no modo de competição ou modo formativo (diagnóstico ou de treino). Este projecto não contempla páginas com exposição de conteúdos Físicos pois pretende que o aluno procure a informação (utilizando para tal o manual ou manuais, o caderno diário, ou outros recursos), fale com os colegas ou com o professor para esclarecer o motivo do erro, pelo que se pode afirmar que é valorizado o empenho do aluno na sua própria aprendizagem.

Os recursos didácticos foram validados por professores de física e podemos afirmar que a sua avaliação foi conseguida uma vez que todos os professores realizaram todas as actividades propostas e analisaram essas mesmas actividades quando foram incentivados a questionar-se sobre elas aplicando assim os seus conhecimentos, foram ainda confrontados com tarefas como interpretar dados, analisar informações e argumentar com base na sua experiência profissional.

Da análise das respostas dos professores à ficha de avaliação das actividades do workshop (anexo IV) podemos concluir que todas as actividades laboratoriais:

- podem ser realizadas pelo aluno;
- o professor pode facilmente adquirir o material necessário e específico inerente à experiência e por baixo custo;
- não envolvem riscos devido a manipulação do material;
- estimulam a aprendizagem;
- favorecem o desenvolvimento de uma atitude crítica;
- constituem um contexto propício e estimulante de aprendizagem;
- estão adequadas aos programas de Física do ensino secundário (11º e/ou 12º ano de escolaridade);
- apresentam baixo grau de dificuldade de execução;
- estão adequadas ao nível etário dos alunos a que se destinam;
- o protocolo é apresentado com clareza.

Em relação à plataforma de ensino assistido por computador podemos concluir que os professores avaliadores consideram o Pmate:

- uma boa forma de auto-diagnóstico para o aluno;
- uma boa forma de reavivar e/ou consolidar conhecimentos;
- uma boa forma de avaliação (diagnóstico/formativa/sumativa);
- uma boa forma de aprofundamento dos conhecimentos.

Considera-se que os objectivos do estudo foram alcançados pois acredito que as actividades descritas e validadas neste trabalho possam tornar o ensino-aprendizagem do magnetismo mais aliciante. A simples utilização de engenhos conhecidos pelos alunos, tais como motores e amplificadores permitem estabelecer o elo de ligação desejável entre a física e a vida quotidiana do aluno. Um outro ponto a favor das actividades aqui sugeridas depreende-se com o facto de se utilizar material de baixo custo, de fácil acesso e perfeitamente exequíveis nas escolas.

Gostaria ainda de referir que neste trabalho apenas se dão sugestões de alguns recursos didáticos, a forma como se podem utilizar no contexto de ensino formal é uma tarefa da competência de cada professor, a qual depende a sua criatividade e os alunos a que se destinam. Espero num futuro próximo implementá-las no ensino secundário recorrendo sempre a uma abordagem que privilegia as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Assim uma outra área de investigação situa-se ao nível de implementação destes recursos didáticos no ensino do magnetismo ao nível secundário e posterior avaliação em contexto de sala de aula.

Referências bibliográficas

ALARCÃO, I. (2002), De que se fala quando se fala em Didáctica. In *Actas do Encontro de Didácticas nos Açores* (E. Medeiros, coord.), Portugal (Ponta Delgada): Universidade dos Açores, pp. 31-48.

Almeida, P. (2003). *O Trabalho Prático no Ensino da Física no Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.

Bindé, J. (2002). What Education for the twenty-first century. *Prospects*, Vol XXVII, p. 392-403.

Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). Ciência e educação em Ciência (capítulo 1, p21-61) in *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). Ciência e educação em Ciência (capítulo 2, p139-197) in *Perspectivas de ensino: Caracterização e evolução*. Lisboa: Ministério da Educação.

Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A., Praia, J. & Vilches, A., Orgs, (2005), Superação das visões deformadas da Ciência e da Tecnologia: um requisito essencial para a Renovação da Educação Científica, (Capítulo 2) in *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. Cortez Editora, São Paulo.

Chiaverina, C. (2004). The Simplest Motor?, *The Physics Teacher*, v 45, p. 5553

Cruz, E. (2005). *Avaliação do Impacte de Cursos de Mestrado nos Professores-Mestres – O desenvolvimento do Pedagogical Content Knowledge de Professores de Ciências Físico-Químicas*, Dissertação de Mestrado em Ensino da Física e da Química, Universidade de Aveiro.

Cruz, M. N. (1988). Desenvolvimento das capacidades metacognitivas e resolução de problemas. *Gazeta de Física*, Vol. 11, 51-55.

Dias, P.; Magalhães, M.; Santos, W. (2002). Uma proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Eléctrico e Magnético: Uma Aplicação da História da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n 4, p. 489-496.

Esteves, J. (2000). The transformation of the teachers role at the end of the twentieth century: new challenges for the future. *Education Review*, vol. 52 n°2, p 197-2007.

Fendt, W., (2003). *Applets Java de Física*, Acedido em 12 de Novembro de 2007, em: <http://www.walter-fendt.de/ph11br/>.

Fiolhais, C. e Pessoa, C. (2000). Casar a educação com a ciência - Entrevista com Leon Lederman. *Gazeta de Física*, Vol. 23 (4), 20-23.

Fu-Kwun Hwang, (2001), *Virtual Physics Laboratory*, Acedido em 7 de Novembro de 2007, em: <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index>.

Galvão, C., Freire, A., Neves, I., Pereira, M.(2000). Ciências Físicas e Naturais Competências essenciais no Ensino Básico. Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica.

Guridi, V., Salinas, J. e Villani A. (2006). Contribuciones de la epistemologia de Laudan para la comprensión de concepciones epistemológicas sustentadas por estudiantes secundários de Física. *Investigação em Ciências da Educação*, Brasil (Porto Alegre): Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande, Vol. 11, nº1.

Ivanov, D., (2007). A Magnet Rolling in the Earth's Magnetic Field, *The Physics Teacher*, v 45, p. 522-523.

Leite, L. (2001), *Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências*, Cadernos didáticos de Ciências Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES).

MacIsaac, D., Yap, J. (2006). Analysing simple electric motors in the classroom, *Physics Education*, v 41, n 5, p. 427-431.

ME (2001). Programa de Física e Química A, 10º ou 11º ano. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino.

ME (2003). Programa de Física e Química A, 11º ou 12º ano. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino.

ME (2004). Programa de Física 12º ano, Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino.

MIT Education (2004). Physics 8.02 - Electricity and Magnetism. Acedido em 26 de Março de 2008, em: <http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/index.html>.

Projecto Matemática Ensino (Pmate), Acedido em 26 de Março de 2008, em <http://www.pmate.ua.pt>

Porlán, R. (1998), Pasado, Presente y Futuro de la Didáctica de las Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol.16, nº1, 175-185.

Pérez, G. (1991), Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias?, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol.9, nº1, 69-77

Pérez, D., Montoro, I., Alís, J., Cachapuz, A., Praia, J. (2001), Para uma imagem não deformada do trabalho científico, *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.125-153.

PhET Physics Education Technology (2007), *Simulaciones - Electricidad, Imanes Y Circuitos*. Acedido em 12 de Novembro de 2007, em: http://phet.colorado.edu/web-pages/simulations-base_es.html.

Sakaki M., Seki Y. (2005). Magnetic-pendulum set-up illustrates eddy-current generation and inhibition, *Physics Education*, p. 127-128.

Santos, Maria, (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI*. Livros Horizonte. Lisboa.

Silva, J. (2002). *Algumas Considerações sobre Ensino e Aprendizagem da Disciplina Laboratório de Electromagnetismo*. Revista Brasileira do Ensino de Física. v 24, n 4, p. 471-477.

Anexos

Anexo I – Panfleto do Workshop



[WORKSHOP]

Abordagem CTSA do estudo dos materiais magnéticos e suas aplicações

Dinamizador: Ana Carla Jerónimo Alves | Coordenação: Manuel Almeida Valente
 Dep.to de Física da Universidade de Aveiro | 9h30 – 13h30 | 29 de Março de 2008

Inscrições até 20 de Março
anacarlaalves@netcabo.pt
mav@ua.pt

[WORKSHOP]

Abordagem CTSA do estudo dos materiais magnéticos e suas aplicações

O objectivo do ensino das ciências é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na sociedade e ambiente e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo de Ciência e da Tecnologia.

Os materiais magnéticos e suas aplicações fazem parte do nosso dia-a-dia e desempenham um papel muito importante. O primeiro contacto que os nossos alunos têm com este tipo de materiais é, provavelmente, através dos pequenos ímãs colocados em superfícies metálicas, como por exemplo o frigorífico comprovando assim que estes materiais se atraem ou repelem consoante a sua orientação relativa. Também verificam que estes efeitos não se fazem sentir em todos os corpos, por exemplo, se aproximarmos madeira ou plástico do ímã, este não os atrai ou repele.

Estes fenómenos despertam a curiosidade dos nossos alunos e surgem naturalmente questões.

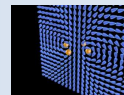
Como compreender a razão das propriedades magnéticas evidenciadas por alguns corpos? Qual a origem dessas propriedades? Que relação existe entre a electricidade e o magnetismo?

Pretendeu-se, face ao exposto, desenvolver no âmbito de uma dissertação de mestrado em Ensino de Física, estratégias CTSA para abordar o estudo dos materiais magnéticos e suas aplicações.

Com vista à avaliação dos materiais desenvolvidos em termos de adequabilidade aos fins pretendidos e posterior reformulação, propus-me realizar um Workshop para professores de Física e Química.

Anexo II – Programa do Workshop**Workshop**

Abordagem CTSA de Materiais Magnéticos e suas Aplicações



Departamento de Física da Universidade de Aveiro

Programa:

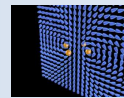
09h 30min	Recepção dos professores participantes
09h 45min	Apresentação do plano de trabalho previsto para o encontro
10h 00min	Realização de algumas actividades laboratoriais pelos participantes
11h 45min	Discussão e análise das actividades propostas e desenvolvidas
12h 45min	Apreciação global das actividades propostas
13h 30min	Encerramento das actividades

29 de Março de 2008

Dinamizadora: Ana Carla Alves

Anexo III – Identificação do participante do Workshop**Workshop – Identificação do Participante**

Abordagem CTSA de Materiais Magnéticos e suas Aplicações



O questionário que se segue destina-se a recolher alguns dados importantes à caracterização do grupo de professores que participa no workshop, agradeço por isso que proceda ao seu preenchimento integral.

Assinale com uma cruz a opção correcta:

1. Idade:

Menos de 30 anos ____

Entre 30 e 39 anos ____

Mais de 40 anos ____

2. Formação Académica:

Licenciatura ____

Mestrado ____

Outra ____ Qual? _____

Relativamente à(s) opção(ões) assinalada(s), especifique:

Ramo/Especialidade _____

3. Formação Profissional:

Professor de Quadro Escola/Zona ____

Contratado ____ Número de Horas ____

Outras _____

4. Tempo de Serviço (até 31 de Agosto de 2007): _____anos _____dias**5. Nível de Ensino que lecciona:**

Ensino Básico ____

Ensino Secundário ____

6. Conhecimento dos programas do ensino secundário das disciplinas de Física e Química A e Física 12º ano:

Não conhece ____

Ouviu falar ____

Conhece bem ____

7. Conhecimento do Ensino segundo a perspectiva CTSA:

Desconheço

Conheço

Inteiramente

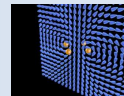
Perfeitamente

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Obrigado pela Colaboração

Anexo IV – Avaliação das Actividades do Workshop**Workshop – Avaliação das Actividades**

Abordagem CTSA de Materiais Magnéticos e suas Aplicações



Resposta em grupo de ____ pessoas

Identificação da Actividade _____

Avalie as actividades de acordo com os parâmetros abaixo indicados.

Assinale com uma cruz a melhor opção tendo em conta a seguinte escala (Nada 1,... e Muito 5).

- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| a) É realizável pelos alunos. Com grau variável de participação no seu desempenho e execução; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| b) Requer a utilização de materiais específicos, mas facilmente adquiridos pelos professores; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| c) Pode ocorrer em espaços diferentes da aula; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| d) Envolve riscos devido a manipulação do material; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| e) Estimula a aprendizagem; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| f) Favorece o desenvolvimento de uma atitude crítica; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| g) Constitui um contexto propício e estimulante de aprendizagem (envolve os alunos nas actividades propostas); | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h) Considera adequada a actividade complementar proposta | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| i) Considera os modelos do Pmate uma forma de auto-diagnóstico para o aluno | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| j) Considera os modelos do Pmate uma forma de reavivar e/ou consolidar conhecimentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| k) Considera os modelos do Pmate uma forma de aprofundamento dos conhecimentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| l) Considera os modelos do Pmate uma forma de avaliação (diagnóstico/formativa/sumativa); | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Questão 1. Exponha a sua opinião acerca da adequabilidade das actividades propostas para a abordagem do tema “Comunicação” (do actual programa de Física 11º ano de escolaridade) ou do tema “Acção dos campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes” (do actual programa de Física 12º ano de escolaridade).

Questão 2. Exponha a sua opinião sobre a exequibilidade das actividades propostas, tendo em conta:

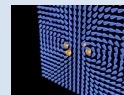
- grau de dificuldade de execução;
- adequação ao nível etário;
- clareza do protocolo;
- meios materiais envolvidos (custo, disponibilidade,...)

Questão 3. Indique alguns aspectos positivos e negativos das actividades propostas

Anexo V – Avaliação do Workshop

Workshop – Avaliação do Workshop

Abordagem CTSA de Materiais Magnéticos e suas Aplicações



1. Assinale com uma cruz a melhor opção tendo em conta a seguinte escala (mínimo 1,... e máximo 5).

a) Interesse do Workshop;

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b) Adequação do tempo de realização do Workshop;

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c) Ouve oportunidade de adquirir conhecimentos úteis para a sua actividade profissional;

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

d) As actividades realizadas transmitem-lhe vontade de as executar nas aulas;

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

e) Os objectivos do Workshop foram atingidos;

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

f) Os assuntos abordados no Workshop apresentam interesse para o ensino dos conteúdos dos programas de Física do 11º e 12º ano de escolaridade;

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Acha que o Workshop devia ter focado assuntos de natureza:

Mais Científico ____

Mais Didáctico ____

Mais Prática ____

3. Das actividades indique três que lhe causaram mais interesse.

1 _____

2 _____

3 _____

Anexo VI – Certificado de participação do Workshop

